




Illustrirte Nr. 21. Katechismen
Katechismus
der
Elektrischen Telegraphie.
Von
L. Galle.
Fünfte, verbesserte und vermehrte Auflage,
von
Ed. Zetzsche.
Mit 226 Abbildungen.
Leipzig, Verlag von J. J. Weber

Katechismus

der

Elektrischen Telegraphie.

Katechismus

der

Elektrischen Telegraphie

von

Ludwig Galle.

Fünfte, wesentlich vermehrte und verbesserte Auflage,

bearbeitet von

Dr. Karl Eduard Zetzsche,

Professor an der Königlichen Höheren Gewerbschule zu Chemnitz.

Mit 226 in den Text gedruckten Abbildungen.

Leipzig
Verlagsbuchhandlung von J. J. Weber
1873.

Vorwort.

Durfte aus der Kürze der Zeit, innerhalb welcher die vierte Auflage des (in den vorhergehenden Auflagen von dem zu früh verstorbenen, verdienstvollen Königl. Sächs. Telegraphen-Director Ludwig Galle herausgegebenen) Katechismus der Telegraphie vergriffen wurde, darauf geschlossen werden, daß mit der in der vierten Auflage bewirkten wesentlichen Erweiterung des Umfangs das erstrebte Ziel nicht verfehlt wurde, so war damit auch der bei Bearbeitung der vorliegenden fünften Auflage zu verfolgende Weg vorgezeichnet. Daher wurden denn auch in der fünften Auflage die jetzt vorwiegend nur noch geschichtlich bedeutsamen Partien, so weit thunlich, noch mehr gekürzt, damit die abermals von der Verlagsbuchhandlung bereitwilligst zugestandene Erweiterung des Umfangs und die wesentliche Vermehrung

der Abbildungen möglichst ungeschmälert den praktisch wichtigen Abschnitten zugewendet werden konnte. So wurde namentlich neu hinzugefügt das achtzehnte Kapitel (über die Feuerwehrtelegraphen); vollständig umgearbeitet wurden das fünfzehnte bis siebzehnte Kapitel.

Hat aber dadurch die neue Auflage, selbst gegenüber der vierten Auflage, an Vollständigkeit und Brauchbarkeit wieder merklich gewonnen, so wird sie sich hoffentlich auch in nicht minderem Grade, als die früheren Auflagen, einer wohlwollenden Aufnahme zu erfreuen haben, wozu sie hierdurch warm empfohlen sein möge!

Chemnitz, im September 1872.

Eduard Zetzsche.

Inhaltsverzeichniß.

Erste Abtheilung.

Einführung und physikalische Vorkenntnisse.



Zwölftes Kapitel.

Die Typendrucktelegraphen.

Dreizehntes Kapitel.

Die elektro-magnetischen Drucktelegraphen.

Vierzehntes Kapitel.

Die Copirtelegraphen.

Vierte Abtheilung.

Telegraphen für besondere Zwecke.

Fünfzehntes Kapitel.

Die elektrischen Klingeln, Haustelegraphen, Läutewerke, Wecker.

Sechszehntes Kapitel.

Die elektrischen Uhren und Chronoskope.

Siebzehntes Kapitel.

Die Sicherheitstelegraphen für Eisenbahnen.

Achtzehntes Kapitel.

Die elektrischen Feuerwehrtelegraphen.

Fünfte Abtheilung.
Die Telegraphenleitung und ihre Ausnutzung.

Neunzehntes Kapitel.

Von den Telegraphenleitungen und den Einwirkungen der atmosphärischen Elektricität auf die Leitungen und Apparate.

Zwanzigstes Kapitel.

Combinationslehre.

Einundzwanzigstes Kapitel.

Die Doppeltelegraphie.

Zweiundzwanzigstes Kapitel.

Geschichtliche und statistische Bemerkungen über die Entwickelung und Ausbreitung der elektrischen Telegraphen.

Katechismus

der

Elektrischen Telegraphie.

Erstes Kapitel.

Ueber Telegraphie im Allgemeinen und über nicht-elektrische Telegraphen.

1. Was ist ein Telegraph?

Unter einem Telegraphen (Fernschreiber) versteht man eine Vorrichtung, mittelst welcher man in die Ferne schreiben kann, namentlich eine solche, durch welche man eine jede Nachricht zu jeder beliebigen Zeit und auf jede beliebig große Entfernung mit möglichst großer Geschwindigkeit befördern kann. Die Kunst, durch sinnlich wahrnehmbare Zeichen eine Nachricht in der angegebenen Weise zu befördern, heißt Telegraphie. Die Beförderung einer Nachricht mittelst eines Boten, die Beförderung einer geschriebenen oder gedruckten Nachricht mittelst der Post und ähnlicher Gelegenheiten ist demnach keine telegraphische Beförderung.

2. Auf wie viel verschiedene Weisen kann eine Nachricht telegraphisch befördert werden?

Rücksichtlich der zu befördernden Nachricht sind nur zwei verschiedene telegraphische Beförderungsweisen zu unterscheiden: entweder soll blos eine oder nur wenige im Voraus festgesetzte Nachrichten befördert werden, oder jede beliebige Nachricht. Im ersteren Falle, wenn z. B. blos der Eintritt eines bestimmten Ereignisses kundgegeben werden soll, reicht man mit einem einzigen oder einigen wenigen sinnlich wahrnehmbaren Zeichen

(Signalen) aus; von diesem einfacheren Fall, dem Signalisiren, braucht daher im Folgenden nicht weiter die Rede zu sein. Im zweiten Falle handelt es sich fast ausschließlich um Nachrichten, welche durch Worte ausdrückbar sind, und es stehen dann zwei Wege offen: entweder man verabredet für die einzelnen Worte und Wortformen eine ausreichende Anzahl von Zeichen (z. B. Ziffergruppen), schreibt beide neben einander in ein Wörterbuch (Chiffer-Lexikon, vgl. Fr. 124) und telegraphirt dann jedes Wort durch sein Zeichen; oder, und zwar bei Weitem vorwiegend, man verabredet für jeden Buchstaben, jede Ziffer, jedes Interpunktionszeichen 2c. ein telegraphisches Zeichen und buchstabirt (schreibt) dann die Nachricht telegraphisch. Gerade dieses stückweise Befördern der Nachricht ist für die telegraphische Beförderung charakteristisch, weil es aus diesem Grunde einestheils nöthig wird, daß der Absendungsort und der Empfangsort während der ganzen Beförderungszeit in einer Weise verbunden bleiben, welche die Beförderung der telegraphischen Zeichen ermöglicht, und weil anderentheils, unter Ausschluß einer sogenannten Massenbeförderung, die Zahl der Nachrichten, welche in einer bestimmten Zeit auf demselben Wege befördert werden können, auch von der Länge dieser Nachrichten abhängig wird.

3. Welche Mittel zum Telegraphiren stehen uns zu Gebote?

Da die telegraphischen Zeichen nur ausnahmsweise unmittelbar durch das Gefühl wahrnehmbar gemacht werden können, so haben wir nur die Wahl zwischen sichtbaren und hörbaren Zeichen. Wohl aber können die tönenden und sichtbaren Schwingungen entweder unmittelbar vom Absendungsorte bis zum Empfangsorte fortgepflanzt und dem Auge durch einen optischen Telegraphen oder dem Ohr durch einen akustischen Telegraphen wahrnehmbar gemacht werden; oder man kann sich irgend eines Zwischenmittels bedienen, um vom Absendungsorte aus mittelbar am Empfangsorte Zeichen zu geben. Sehen wir im letzteren Falle von der Benutzung starrer Körper (z. B. von gewöhnlichen Klingelzügen) ab, weil ihre Anwendung so sehr beschränkt ist, so bleiben uns als

benutzbare Zwischenmittel noch die atmosphärische Luft, das Wasser und die Elektricität übrig, welche wir beziehungsweise durch einen pneumatischen, hydraulischen oder elektrischen Telegraphen unseren Zwecken dienstbar machen.

4. Wie ist ein pneumatischer Telegraph eingerichtet?

Der Vorschlag von E. B. Rowley (1838), zwei Stationen in Entfernungen von je 10 engl. Meilen durch je sechs Bleiröhren zu verbinden und durch dieselben aus einem an dem einen Ende befindlichen Luftbehälter Luftblasen in sechs am anderen Ende befindliche, mit Wasser gefüllte Gefäße austreten zu lassen, fand eben so wenig Eingang, wie der von Crosley (1839), mittelst einer einzigen Röhre und zehn verschiedener, auf den Luftbehälter aufzulegender Gewichte zu telegraphiren. Die in neuerer Zeit an verschiedenen Orten mit Erfolg angewendeten Röhrenanlagen, in denen man, ähnlich wie bei den atmosphärischen Eisenbahnen, in Hülsen oder auf kleinen Wagen Schriftstücke durch Verdünnung der Luft vor der Hülse, oder Verdichtung derselben hinter der Hülse (in ähnlicher Weise in Paris auch durch Wasserdruck) befördert, sind keine eigentlichen Telegraphen. Für häusliche Zwecke empfiehlt sich der (in Paris 1867 ausgestellte) pneumatische Telegraph (atmosphärische Klingelzug) von Sparre; bei demselben wird eine nur drei Millimeter weite Röhre aus Zinn oder Blei an der Mauer hingeführt und an dem einen Ende durch ein Kautschukrohr mit einem birnförmigen, faustgroßen Ballon in Verbindung gesetzt, während am anderen Ende der Röhre ein gleichgroßer Kautschukcylinder, dessen dünne, sehr elastische Bodenfläche sich, so oft man den Ballon mit der Hand zusammendrückt, stark ausbaucht, dabei ein Läutewerk in Thätigkeit setzt oder (ähnlich wie bei den elektrischen Haustelegraphen, vgl. 15. Kap.) außerdem auch bleibend sichtbare Zeichen hervorruft.

5. Wie ist ein hydraulischer Telegraph einzurichten?

Wiederholt versuchte man (zuerst Bramah 1796) mittelst einer (oder mehrerer) 35 Millimeter weiten, an ihren Enden

aufwärtsgebogenen, mit Wasser gefüllten Röhre dadurch zu telegraphiren, daß man durch Zufüllen oder Ablassen von Wasser zwei, in den beiden umgebogenen Enden auf dem Wasser schwimmende Kolben gleichzeitig hob oder senkte und aus dem Kolbenstande an einer Scala oder mittelst eines Zeigers auf einem Zifferblatte die zu telegraphirenden Zeichen ablas. Jobard in Brüssel wollte zwei mit Zeigern verbundene Kolben benutzen, mittelst des einen derselben einen stärkern oder schwächern Druck auf das Wasser ausüben und dadurch den andern Kolben heben oder senken. 1837 versuchte Wishaw zu London durch eine in eine Röhre eingeschlossene Wassersäule in der Längsrichtung eine Bewegung, z. B. Schallerzitterungen, fortzupflanzen und am anderen Ende auf einen Zeiger zu übertragen. Tabourin in Lyon (1867) schloß das Metallrohr, ähnlich wie bei Sparre's atmosphärischem Klingelzug, durch einen elastischen Deckel, auf welchem ein Fühlhebel ruhte und durch den verschieden starken Wasserdruck über einem mit den Buchstaben beschriebenen Kreisbogen sich hin und her bewegte. Wesentlich anders war der hydraulische Telegraph des Aeneas Taktikos (im 4. Jahrh. v. Chr.); an den beiden Stationen schwammen auf zwei gleichen mit Wasser gefüllten Gefäßen Korke mit Täfelchen, welche mit verschiedenen Nachrichten beschrieben und auf verschieden lange Stäbchen gesteckt waren; sobald durch eine Fackel das Signal dazu gegeben wurde, ward ein Hahn an jedem der beiden Gefäße geöffnet und nun floß das Wasser aus, bis durch ein zweites Signal der Augenblick bezeichnet wurde, in welchem das mit der zu befördernden Nachricht beschriebene Täfelchen in beiden Gefäßen gerade in gleicher Höhe mit dem Gefäßrande stand.

6. Was versteht man unter optischer Telegraphie?

Bei der optischen Telegraphie werden sichtbare Zeichen unmittelbar fortgepflanzt. Schon die Alten (in Amerika nicht minder, als in Europa) kannten diese Art der Mittheilung. Die Griechen meldeten schon 1184 v. Chr. den Fall Troja's durch Feuersignale (Pyrsoi oder Phryktoi) telegraphisch, von Berg zu Berg (9 Stationen), nach Argos in Griechenland; um

450 v. Chr. aber sollen Kleoxenos und Demokritos einen Buchstabentelegraphen hergestellt haben, indem sie die 25 Buchstaben in fünf Reihen auf eine Tafel schrieben und nun durch 1 bis 5 auf der linken Seite einer Blendung vorgehaltene Fackeln (am Tage durch Flaggen) angaben, in welcher Reihe der zu telegraphirende Buchstabe stand, während sie durch 1 bis 5 gleichzeitig auf der rechten Seite vorgehaltene Fackeln anzeigten, der wievielste Buchstabe in dieser Reihe gemeint war. Bei den Römern waren 27 Feuer in 3 räumlich getrennte Gruppen zu je 9 eingetheilt, von denen man 1 bis 9 Feuer in einer Gruppe beliebig sichtbar machen konnte, um so die 27 als Zahlzeichen (und zwar die 9 ersten für die Einer, die 9 dann folgenden für die Zehner und die 9 letzten für die Hunderter) dienenden Buchstaben des Alphabets nach einander in beliebiger Aufeinanderfolge zu markiren und durch diese Zahlzeichen dann alle beliebigen Nachrichten auszudrücken.

Nachdem im Mittelalter wenig Gebrauch von optischen Telegraphensignalen (Flaggen, Raketen) gemacht worden war, schlug im Jahre 1684 der englische Mathematiker Rob. Hooke und später der französische Mechaniker Amontons die Anwendung des Fernrohrs zur Beobachtung der optischen Signale vor; aber obgleich das Fernrohr bei der späteren optischen Telegraphie unentbehrlich war, und obgleich Edgeworth 1763 die erste Telegraphenlinie zu seinem Privatgebrauch zwischen London und Newmarket errichtet hatte, so kamen doch diese Vorschläge, so wie mehrere andere aus derselben Zeit, nicht zur dauernden praktischen Anwendung, bis es endlich dem französischen Ingenieur Chappe nach mehrjährigen, von seinen Brüdern unterstützten Bemühungen gelang, brauchbare optische Telegraphen herzustellen und 1794 eine Linie zwischen Paris und Lille zu vollenden; die auf dieser 30 Meilen langen Strecke errichteten 22 Telegraphen kosteten 4400 Livres. Nach und nach (bis 1842) wurden in Frankreich nach diesem System mit einem Aufwand von 1 130 000 Frcs. Linien von 5000 Kilometer ($7 \frac{1}{2}$ Kilometer = 1 deutsche Meile) Länge mit 534 Stationen hergestellt, um 29 Städte mit Paris zu verbinden, und blieben zum Theil bis 1855 im Gebrauch.

7. Wie arbeitet der optische Telegraph von Chappe?

Der optische Telegraph von Claude Chappe, welcher in Fig. 1 in der Vorderansicht und in Fig. 2 in der Seitenansicht dargestellt ist, besteht aus einem senkrechten Maste M, welcher etwa 4 1/2 Meter über den oberen Theil eines Thurmes oder

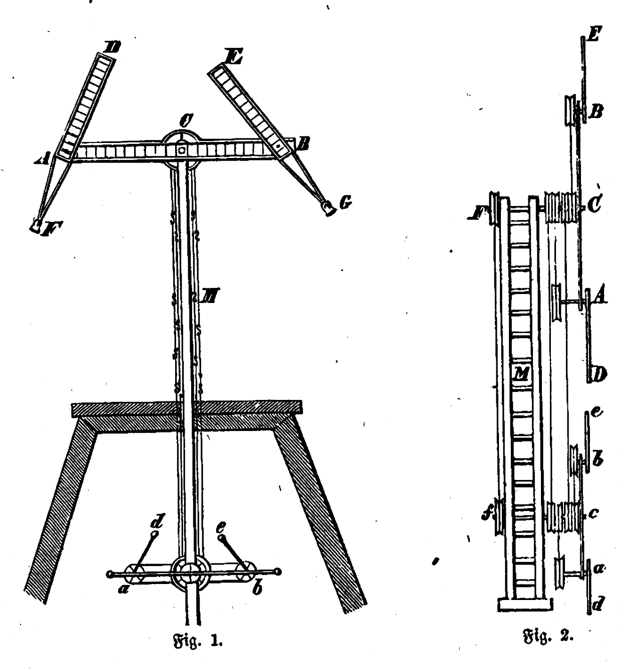


Fig. 1. Fig. 2.

eines hohen, weit sichtbaren Gebäudes hervorragt. An dem obersten Theile dieses Mastes befindet sich ein 4,62 Meter langer, 0,35 Meter breiter, 4 bis 5 Centimeter dicker, jalousienartiger, um die Achse C drehbarer Arm AB, der Regulator, an dessen beiden Enden A und B die 2 Meter langen und 0,33 Meter breiten Flügel oder Indicatoren AD und BE ebenfalls in senkrechter Ebene drehbar sind und durch die Gegengewichte F

und G balancirt werden. Durch eine Kurbel können sowohl der Regulator als die Flügel vom Stationszimmer aus im Kreise herumgedreht werden und alle möglichen Stellungen gegen einander einnehmen. Von diesen Stellungen werden zur Zeichengebung nur die in der Ferne leicht zu unterscheidenden benutzt, nämlich die senkrechte, die waagrechte, die rechts schräge und die links schräge (unter einem Winkel von 45 Grad). Der Regulator kann 4 solche Stellungen einnehmen; von den 8 Flügelstellungen bleibt diejenige weg, in welcher der Flügel die Verlängerung des Regulators bildet, weil sie mit der Stellung, in welcher der Flügel mit dem Regulator zusammenfällt, leicht verwechselt werden könnte; der eine Flügel kann demnach bei jeder Stellung des anderen 7, im Ganzen 7 . 7 = 49 verschiedene Figuren bilden. Zur Vermehrung der Sicherheit setzte Chappe fest, daß jedes Zeichen bei schräger Lage des Regulators gebildet werden, aber erst Geltung erlangen sollte, wenn der Regulator mit dem unveränderten Zeichen in die verticale oder horizontale Stellung gebracht würde. So konnten 4 . 49 = 196 verschiedene Zeichen mit der ganzen Maschine gegeben werden, von denen die 98 auf der rechten schrägen Stellung gebildeten für die eigentliche telegraphische Correspondenz, und zwar zum Theil zur Bezeichnung ganzer Wörter und Sätze, die anderen 98 blos zu dienstlichen Notizen verwendet wurden.

Fig. 2 zeigt, wie der Regulator und die beiden Flügel gedreht werden können. Im Inneren des Thurmes oder Gebäudes befindet sich ein doppelarmiger Hebel ab in gleicher Lage mit dem Regulator, und an den Enden jenes Hebels zwei einarmige Hebel ad und be in gleicher Lage mit den Flügeln. Endlose Ketten laufen über Rollen, welche auf den Drehachsen der Hebel, des Regulators und der Flügel sitzen; die zusammengehörenden Rollen haben gleichen Durchmesser und übertragen jede Bewegung des Hebels ab auf den Regulator, und jede Drehung der Hebel ad und be auf die Flügel AD und BE so, daß der Regulator mit den Flügeln immer dieselbe Figur bildet, wie die drei Hebel im Stationszimmer.

Jedes von einer Station einer optischen Telegraphenlinie

mit dem Flügelwerk gegebene Zeichen wird von der nächsten Station mit dem Fernrohr beobachtet und mittelst des Hebelwerkes nachgebildet, bis endlich das Zeichen an den Bestimmungsort gelangt ist. Die Beobachtung und Nachbildung eines Zeichens erforderte unter günstigen Umständen 20 Secunden. Im Durchschnitt konnte man täglich 6 Stunden arbeiten. Von Paris nach Toulon (32 Meilen mit 120 Stationen) brauchte ein Zeichen 13 Minuten.

1838 legte man den Regulator fest und deutete seine Stellung durch einen höher gelegten Flügel (das Mobile) an. In Afrika ließ man auch das Mobile weg.

8. Wo wurden sonst noch optische Telegraphen ausgeführt?

In England wurde im J. 1796 eine optische Linie von London nach Dover und Portsmouth gebaut; der dabei verwendete Telegraph von Lord Murray enthielt in einem Rahmen 6 achteckige, in zwei senkrechten Reihen angeordnete schwarze Tafeln, deren jede vom Stationszimmer aus mittelst Rollen und Schnuren um ihre Achse drehbar war, so daß sie dem Beobachter entweder ihre volle Fläche oder ihre schmale Seite zuwenden konnte und im letztern Falle als eine schwarze Linie erschien, in einiger Entfernung dagegen ganz verschwand. Durch das gleichzeitige Hervortreten oder Verschwinden verschiedener Tafeln konnten 64 verschiedene Zeichen gegeben werden. — Noch jetzt werden in 123 Häfen Großbritanniens optische Sturmsignale gegeben.

Der preußische optische Telegraph, welcher seit 1832 zuerst zwischen Berlin, Cöln und Trier ausgeführt wurde, trug an einem senkrechten Maste unter einander 3 Flügelpaare; jeder dieser 1,35 Meter langen und 0,39 Meter breiten Flügel ließ sich mittelst Rollen auf der einen Seite des Mastes im Halbkreis drehen; von den dabei möglichen Flügelstellungen wurden nur vier (die senkrechte, die waagrechte, die beiden unter 45 Grad schräg nach unten und nach oben) zum Zeichengeben benutzt; daher konnte man mit jedem Flügelpaare $4 . 4 = 16$, mit allen drei Flügelpaaren $16 . 16 . 16 = 4096$ verschiedene Zeichen geben.

Auch in Schweden (1795), Dänemark (1802), Asien (Ostindien 1823), Afrika (Egypten), Oesterreich (1835) und Rußland (1839) wurden optische Telegraphen angelegt, ja noch 1849 wurde eine Linie von Pola nach Triest gebaut.

Auf verschiedene Weise versuchte man mit Lichtern das Telegraphiren auch bei Nacht und Nebel zu ermöglichen. In England wollte man mittelst Combination von fünf Lampen die erforderlichen Zeichen geben. In einem anderen Falle benutzte man vier große Hohlspiegel in einer horizontalen Reihe. Gauß schlug zum Telegraphiren seinen Heliotropen vor, dessen kleine Spiegel das Sonnenbild zurückwerfen und in der Entfernung von 5 bis 6 Meilen dem bloßen Auge sichtbar machen; Combinationen solcher Lichtblicke in die Ferne bilden die verschiedenen Zeichen; Steinheil suchte dabei während der Nacht das Sonnenlicht durch Drümmond'sches Kalklicht zu ersetzen.

Der Tag- und Nacht-Telegraph von Villalongue hatte vor je drei auf den beiden entgegengesetzten Seiten eines Thurmes angebrachten runden Oeffnungen Scheiben von dunklem Blech mit einem weißen, 2 bis 3 Meter langen, 15 bis 16 Centimeter breiten Schlitz oder Querstreifen von durchsichtiger Masse; diese Scheiben wurden des Nachts von innen erleuchtet; sie drehten sich gleichzeitig mit den an der hinteren Seite befindlichen entsprechenden Scheiben auf einer Achse, damit die von einer Station aufgenommenen Zeichen sogleich von der folgenden Station gesehen und nachgeahmt werden konnten. Die Streifen der beiden äußersten Scheiben ersetzten die Flügel, der Streifen der mittleren Scheibe den Regulator am Chappe'schen Telegraphen.

Bei dem 1867 auf der Pariser Ausstellung ausgestellten Telegraphen des österreichischen Obersten v. Ebner bilden drei Scheiben die Spitzen eines gleichschenkeligen Dreiecks und werden dem Beobachter unsichtbar, wenn sie um ihre horizontalen Achsen so weit gedreht werden, daß sie ihm ihre schmale Seite zukehren. Bei Nacht kommen hinter die Scheiben Lampen mit Hohlspiegeln, welche durch die Drehung der Scheiben verdunkelt werden.

Von den auf Eisenbahnen gebräuchlichen optischen Telegraphen, welche gewöhnlich aus einem senkrechten Maste mit

zwei oder drei Flügeln bestehen, ist der Treutler'sche Tag- und Nacht-Telegraph besonders erwähnenswerth. Derselbe hat auf zwei Armen kleine, schräggestellte Spiegelstücke, die während der Nacht das Licht einer am Maste angebrachten Laterne so nach der nächsten Telegraphenstelle hinwerfen, daß sie ganz erleuchtet erscheinen. Da sich auf beiden Seiten des Mastes in der Drehungsachse der Arme eine Lampe befindet und die Schrägstellung der Spiegel so abwechselt, daß die eine Hälfte der Spiegel das Licht der einen Lampe nach einer Richtung, die andere Hälfte das der anderen Lampe nach der entgegengesetzten Richtung reflectirt, so können die Arme stets von den beiden entgegengesetzten Seiten her gesehen werden. Jede Lampe hat nach vorn eine rothe Scheibe, und markirt demnach einen rothen leuchtenden Punkt, um den sich die Flügel drehen.

9. Wie lassen sich optische Telegraphen in Verbindung mit elektrischen benutzen?

Die optische Telegraphie wurde durch die elektrische sehr in den Hintergrund gedrängt; außerdem daß ihre schwerfälligen Apparate die Zeichen nur verhältnißmäßig langsam beförderten, wurde die Beförderung noch durch Nacht und Nebel, Regen und Schnee zu oft unmöglich gemacht, da die Beleuchtungsvorschläge sich nicht auf die Dauer Eingang zu verschaffen vermochten. Obgleich aber längere optische Linien jetzt nirgends in beständigem Gebrauche stehen, so wurden optische Telegraphen doch für manche, namentlich militärische Zwecke vorübergehend bis in die neuere Zeit (z. B. im Krim-Kriege 1854—1856) benutzt, weil bei ihnen die Verbindung zwischen zwei Stationen nicht böswillig beschädigt oder zerstört werden kann. Will man sich der optischen Telegraphen in Verbindung mit elektrischen bedienen, so pflanzt man die zu gebenden Zeichen durch eine Anzahl Fahnen, Gewehre oder anderer hervorragender Gegenstände, welche in verschiedenen Combinationen emporgehoben werden, von einer Personengruppe zur anderen fort. Bei Belagerung von Festungswerken (z. B. in Venedig im Jahre 1859) ahmte man auch das im dreizehnten Kapitel aufgeführte Alphabet des Morse'schen

Telegraphen optisch mit Hülfe zweier Scheiben bei Tage oder zweier Lichter bei Nacht nach, indem man durch das Sichtbarmachen einer Scheibe oder eines Lichtes einen „Punkt“, durch das Sichtbarmachen zweier Scheiben oder Lichter einen „Strich“ des Morse'schen Alphabets andeutete, um so mit jenen zwei Zeichen alle Buchstaben und Wörter nach einander auf größere Entfernungen zu telegraphiren.

10. Was versteht man unter akustischer Telegraphie?

Die akustische Telegraphie befördert die Nachricht unmittelbar durch den Schall nach entfernten Orten. Die anfänglich ohne ein Verstärkungsmittel benutzte menschliche Stimme, eben so die auch heutzutage noch vielfach angewandten Instrumente, als Trompeten, Pfeifen, Glocken, Sprachrohre, reichen nur in geringere Entfernungen und bieten wenig Sicherheit dar. In Schallröhren aber pflanzt sich der Schall auf viel größere Entfernungen und zugleich wesentlich schneller fort, als in freier Luft. Nach angestellten Versuchen ist die Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Schalls im Wasser viermal (im Eisen sogar 10½ mal) so groß, als in der Luft (340 Meter in einer Secunde) und sollen selbst schwache Töne unter Wasser in der Entfernung von vielen Meilen noch hörbar sein. Trotzdem lassen sich solche Röhren wegen der zu großen Anlagekosten nicht im Großen für telegraphische Zwecke verwerthen. Durch hohlgeschliffene harte Körper (von Metall, Stein &c.) von ovaler (elliptischer oder parabolischer) Form ließe sich der Schall auf einer großen Fläche auffangen und nach einem nahe davor befindlichen Punkte verstärkt zurückwerfen. — Die ersten akustisch-telegraphischen Versuche hat J. B. Porta angestellt und 1589 darüber berichtet.

Auch in der akustischen Telegraphie ist das Morse'sche Alphabet anwendbar, wenn „Punkt“ und „Strich“ durch das Anschlagen an zwei verschiedene Glocken bezeichnet werden. Es ist selbst eine Glocke hierzu ausreichend, wenn man kurzes und längerdauerndes Anschlagen unterscheidet, was keine Schwierigkeit macht, da bei letzterem der Ton merklich gedämpft, bei ersterem hell ausfällt.

Zweites Kapitel.

Die Reibungselektricität und ihre Anwendung auf die Telegraphie.

11. Was versteht man unter Reibungselektricität?

Eine Menge Substanzen erhalten, wenn man sie mit einer anderen Substanz reibt, die Fähigkeit, leichte Körperchen, als Papierschnitzel, Kügelchen von Kork oder Hollundermark, anzuziehen und nach der Berührung wieder abzustoßen; man nennt die Ursache dieser Erscheinung, welche man schon im Alterthum am Bernstein beobachtet hatte, Elektricität (von dem griechischen Worte Elektron, d. h. Bernstein), und bezeichnet insbesondere die durch Reiben eines Körpers entstehende Elektricität als Reibungselektricität.

12. Aeußert sich die Reibungselektricität immer auf gleiche Weise?

Die Reibungselektricität äußert sich auf zwei verschiedene Weisen, je nach der Natur der zwei geriebenen Körper. Reibt man z. B. Glas mit Seide, so zieht das Glas leichte Körperchen an und stößt sie nach der Berührung wieder ab, während die Seide die vom Glase abgestoßenen elektrischen Körperchen wieder anzieht. Mit Wolle geriebenes Harz verhält sich gerade wie die Seide, denn die vom Glase nach der Berührung abgestoßenen Körperchen werden vom Harze wieder angezogen, und umgekehrt. Glas und Harz nehmen also durch das Reiben mit Seide und

mit Wolle verschiedene, in ihrer Wirkung auf jene Körperchen entgegengesetzte, elektrische Zustände an, und man bezeichnet die Ursache des ersteren als Glaselektricität oder positive Elektricität (+E) und die des letzteren als Harzelektricität oder negative Elektricität (—E). Diese beiden Elektricitäten haben immer das Bestreben, sich gegenseitig anzuziehen, und sie gleichen sich bei der Berührung zweier gleich stark, aber entgegengesetzt elektrischer Körper so aus, daß beide Körper völlig unelektrisch werden. Man setzt daher in allen Körpern zwei entgegengesetzte elektrische Flüssigkeiten*) voraus, welche für gewöhnlich vereinigt oder gebunden sind, durch Reiben aber sich dergestalt trennen oder frei werden, daß die eine Art der Elektricität auf dem geriebenen, die andere Art auf den reibenden Körper tritt. Rebt man also Glas mit Seide, so tritt die positive Elektricität an das Glas, die negative auf die Seide.

13. Was versteht man unter der Spannungsreihe?

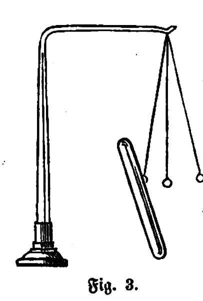
Man kann die verschiedenen Stoffe derart in eine Reihe stellen, daß jedes Glied dieser Reihe mit einem nachfolgenden gerieben positiv, mit einem vorhergehenden gerieben negativ elektrisch wird. Diese Reihe heißt Spannungsreihe und lautet etwa: + Pelz, Flanell, Elfenbein, Glas in gewöhnlichem Zustand, Baumwolle, Seide, die menschliche Haut, trocknes Holz, Metall, Kautschuk, Schellack, Wachs, Schwefel, Guttapercha —.

Das Vorzeichen (+ oder —) der an einem Körper auftretenden Elektricität ist übrigens außerdem von Oberflächenbeschaffenheit und Temperatur desselben, so wie von der Art der Reibung abhängig.

---

*) Auf Grund einer Menge Thatsachen, namentlich wegen der vielfachen innigen Beziehungen zwischen Elektricität, Licht und Wärme, neigen sich die Physiker jetzt mehr und mehr von dieser stofflichen Auffassung der Elektricität zu der Ansicht, daß die Ursache der Elektricität ähnlich wie die des Lichts und der Wärme in gewissen Schwingungen zu suchen sei, daß also der elektrische Strom nicht in einer Fortbewegung der elektrischen Flüssigkeiten selbst, sondern nur in der Fortpflanzung eines Schwingungszustandes bestehe. Ueber die Natur jener Schwingungen ist aber noch Nichts festgestellt.

14. Wie nimmt man freie Elektricität am leichtesten wahr?


Fig. 3.

Ob ein Körper durch Reiben elektrisch geworden ist, erfährt man am sichersten durch ein Elektroskop. Das einfachste derselben, das elektrische Pendel (Fig. 3), besteht aus einem leichten Kügelchen von Hollundermark oder Kork, welches an einem leinenen oder seidenen Faden aufgehängt ist. Nähert man diesem Kügelchen einen Körper, auf welchem sich freie Elektricität befindet, so wird es angezogen und darauf abgestoßen.

15. Nach welchem Gesetz erfolgt die Anziehung und Abstoßung der verschiedenen Elektricitäten?

Gleichnamige Elektricitäten stoßen sich ab, ungleichnamige ziehen sich an. Die ungleichnamigen Elektricitäten vereinigen sich nach erfolgter Berührung oder neutralisiren sich. Nach diesem Gesetze läßt sich auch das Vorzeichen der freien Elektricität eines Körpers mit einem Elektroskop prüfen, welches man vorher mit Elektricität von bekanntem Vorzeichen geladen hat.

16. Welche Körper heißen Leiter der Elektricität?

Ein Leiter oder Conductor nimmt von einem elektrischen Körper, den er berührt, die Elektricität auf, verbreitet sie auf seiner Oberfläche, giebt dieselbe aber an andere, ihn berührende Leiter eben so leicht wieder ab.

17. Giebt es verschieden gute Elektricitätsleiter?

Man unterscheidet gute und schlechte Leiter. Erstere nehmen von einem elektrischen Körper die Elektricität schnell und leicht auf und geben sie eben so leicht wieder ab, letztere nehmen die Elektricität nur sehr langsam oder unmerklich auf. Zu den guten Leitern, welche man vorzugsweise Leiter nennt, gehören die Metalle, Kohle, die Flammen, der thierische Körper, verschiedene Flüssigkeiten u. s. w.; schlechte Leiter, die man auch Nichtleiter oder Isolatoren nennt, sind Edelsteine, Glas,

Porzellan, Harz, Guttapercha, Kautschuk, Horn= oder Hart=Gummi (Ebonit), Leder, Seide, Wachs, Elfenbein, trocknes Holz, trockne Luft, fette Oele u. s. w.

Die Leitungsfähigkeit eines Körpers hängt außer von der Substanz von seiner Gestalt, Größe, Oberflächenbeschaffenheit, Temperatur und der Stärke oder Intensität der Elektricität ab.

18. Was heißt einen Körper isoliren?

Ist ein guter Leiter allenthalben mit schlechten Leitern umgeben, so daß er die auf ihm befindliche freie Elektricität nirgends abgeben kann, so heißt er isolirt. Wie wichtig die Isolirung der Leiter für die elektrische Telegraphie ist, werden wir in dem Kapitel über die Telegraphenleitung sehen.

19. Wie verhält es sich mit der Leitungsfähigkeit der Erde?

Wird ein elektrischer Körper durch einen Leiter mit der Erde in Verbindung gesetzt, so verliert er seine Elektricität. Man kann also die Erde als einen ungemein großen Leiter, als ein allgemeines Reservoir der Elektricität auffassen. Daß aber der Erdboden auch die Elektricität zu leiten vermag, wird schon durch die in ihm enthaltene Feuchtigkeit bedingt. Vergl. Fr. 57.

20. Wie entsteht ein elektrischer Funken?

Die Elektricität kann auch von einem Körper auf einen andern übergehen, ohne daß sich beide unmittelbar berühren; dabei springt an der Uebergangsstelle, in einer Zickzacklinie, knisternd oder knallend ein röthlich oder bläulich gefärbter elektrischer Funken über, welcher unter günstigen Umständen mehrere Fuß lang werden kann. Besonders schön zeigen sich die Funken beim Durchgange durch verdünnte Luftarten in den Geißler'schen Röhren. Anstatt des Funkens kann auch ein Lichtbüschel oder ein Glimmlicht auftreten.

21. Worin besteht die elektrische Vertheilung?

Bringt man in die Nähe eines isolirten Leiters einen elektrischen Körper, so wird der isolirte Leiter durch Vertheilung oder Influenz elektrisch. Nähert man dem Leiter einen negativ elektrischen Körper, so wird das diesem zugewandte Ende des

Leiters positiv elektrisch, das abgewandte negativ. Entfernt man den elektrischen Körper, so vereinigen sich die in dem Leiter getrennten Elektricitäten wieder und neutralisiren sich. Ein durch Vertheilung elektrisirter Körper wirkt wieder vertheilend auf andere isolirte Leiter, und diese Wirkungen können sich auf ziemliche Entfernungen fortpflanzen. In den Telegraphenleitungen können durch Vertheilung bei Gewittern elektrische Strömungen entstehen, welche störend auf die Apparate wirken.

22. Was ist eine Elektrisirmaschine?

Eine Elektrisirmaschine, d. h. eine Vorrichtung, mittelst welcher auf leichte Weise große Mengen Reibungselektricität erzeugt und gesammelt werden können, besteht aus drei Haupttheilen: dem geriebenen Körper, dem Reibzeuge und dem Conductor. Ersterer ist gewöhnlich ein Cylinder oder eine Scheibe von Glas, wird durch eine Kurbel um eine Achse gedreht und dabei an das Reibzeug, ein mit Zinnamalgam bestrichenes Kissen, angedrückt. Der Conductor, welcher die auf dem Glase durch die Reibung angesammelte Elektricität aufzunehmen hat, ist ein auf Glassäulen ruhender, also isolirter Cylinder, oder eine Kugel, oder ein Ring von Metallblech, welches mit Metallspitzen in leitender Verbindung steht, die dem sich drehenden Glase sehr nahe sind und von ihm die Elektricität gleichsam aufsaugen. Die positive Elektricität (+E) geht auf den Conductor über, die negative (—E) wird durch eine Kette vom Reibzeuge nach der Erde abgeführt. Von dem Conductor aus kann man die Elektricität beliebig weiter leiten.

Die Influenzmaschine (Elektromaschine) von Holtz hat gar kein Reibzeug; in ihr wird die Elektricität durch die vertheilende Wirkung erzeugt, welche eine anfänglich elektrisch gemachte feststehende Glasscheibe auf die bewegliche ausübt.

23. Was ist ein Elektrophor?

Der Haupttheil des Elektrophors ist der Kuchen, d. h. eine runde Platte aus Harzmasse (aus Schellack, Mastix, Terpentin und Wachs oder Marineleim zusammengesetzt) oder aus Hartgummi; der Kuchen liegt auf der metallenen Form, wird durch Schlagen

mit einem Fuchsschwanze oder Katzenpelze negativ elektrisch gemacht und dann auf ihn der an seidenen Schnüren hängende metallene Deckel aufgelegt. Durch die negative Elektricität des Kuchens wird die freie E im Deckel vertheilt, die + E angezogen, die — E abgestoßen und auf der oberen Fläche des Deckels angehäuft. Berührt man nun letztere mit dem Finger, so entfernt sich die — E und der Deckel bleibt mit + E geladen, welche sich nach dem Abheben des Deckels auf demselben verbreitet und nunmehr zur Ladung eines Conductors benutzt werden kann. In der Form, auf welcher der Kuchen liegt, tritt ebenfalls eine Vertheilung der Elektricität ein; dadurch wird die + E in der unteren Kuchenhälfte gebunden und eine größere Menge von — E auf die obere Kuchenhälfte geliefert und daselbst festgehalten, als bei isolirender Unterlage festgehalten werden könnte.

24. Was ist eine Leydener Flasche und eine elektrische Batterie?

Große Mengen entgegengesetzter Elektricitäten lassen sich mittelst der Leydener Flasche (Fig. 4) ansammeln. Dieselbe besteht aus einer innerlich und äußerlich bis auf wenige Zoll vom Rande gg' herunter mit Stanniol (Zinnfolie) belegten Glasbüchse, deren äußerer Belag mit der Erde und deren innerer mit einem Metallstabe t und einer Metallkugel b in leitender Verbindung steht. Wenn man die Kugel b mit dem Conductor einer thätigen Elektrisirmaschine in Verbindung setzt, so sammelt sich die positive Elektricität am inneren, wirkt vertheilend auf den zur Erde abgeleiteten äußeren Belag, auf welchem dann blos die negative Elektricität zurückbleibt und die + E auf dem inneren Belage bindet, so daß dieser eine neue Menge + E aufnehmen kann; so häuft sich nach und nach auf beiden Belägen viel entgegengesetzte Elektricität an und bleibt angehäuft, wenn man schließlich beide Leitungsdrähte der Beläge beseitigt. Die elektrische Span-

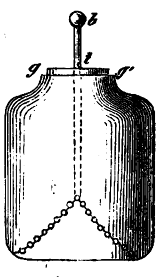


Fig. 4.

nung, d. h. das Bestreben dieser beiden entgegengesetzten Elektricitäten, sich wieder zu vereinigen, ist um so größer, je mehr Elektricität vom Conductor zum inneren Belag geführt worden ist. Eine Vereinigung dieser beiden entgegengesetzten Elektricitäten, d. h. eine Entladung der Flasche, erfolgt, wenn man den inneren Belag mit dem äußeren durch einen Leiter verbindet; die Entladung ist von lebhaftem Knall und Funken begleitet; erfolgt sie durch den menschlichen Körper hindurch, so erhält derselbe eine heftige Erschütterung. Gewöhnlich liefert die Flasche einige Zeit nach der ersten Entladung noch eine zweite (den Nachschlag, das Residuum).

Verbindet man die inneren und eben so die äußeren Beläge mehrerer Flaschen, so erhält man eine elektrische Batterie, deren Ladung mit der Zahl der Flaschen wächst und deren Entladung daher auch sehr starke Wirkungen hervorbringt. Diese Batterie ist nicht mit der galvanischen (nassen) Batterie zu verwechseln, die als Erregungsmittel des galvanischen Stromes dient (Fr. 37).

25. Wie groß ist die Geschwindigkeit des elektrischen Fluidums?

Verschiedene Versuche, die Geschwindigkeit der beiden entgegengesetzten elektrischen Fluida bei ihrer Vereinigung durch einen metallischen Schließungsdraht zu ermitteln, blieben ohne Erfolg, bis der englische Gelehrte Wheatstone auf sinnreiche Weise durch einen sehr schnell rotirenden Spiegel eine Verrückung der Bilder überspringender Funken beobachtete und daraus berechnete, daß der elektrische Strom in einer Secunde einen Weg von 62 000 geographischen Meilen zurücklegt.

Wesentlich verschiedene Resultate haben spätere Messungen über die Geschwindigkeit der galvanischen Elektricität ergeben, und namentlich hat man hierbei jene viel geringer (bis zu 15 000 englischen oder 3300 deutschen Meilen) gefunden, so daß man annehmen muß, die Geschwindigkeit der Elektricität hänge noch von verschiedenen Umständen (Art der Elektricitätserregung, Spannung, Beschaffenheit der Leiter u. s. w.) ab, welche zeither noch nicht gehörig bei den Messungen berücksichtigt worden sind.

26. Wie versuchte man die Reibungselektricität für die Telegraphie zu verwerthen?

Die Vorschläge, mittelst der Reibungselektricität zu telegraphiren, schlossen sich an die Versuche an, welche an verschiedenen Orten angestellt wurden, um die Elektricität auf größere Entfernungen fortzuleiten und ihre Geschwindigkeit zu messen. So leitete Stephen Grey 1727 die Elektricität durch einen 700 Fuß langen, durch Seidenfäden in der Luft aufgehängten Draht. Professor Winkler in Leipzig (1746) benutzte die Pleiße als Theil des Entladungskreises. Aehnliche Versuche stellten um dieselbe Zeit Watson in London, der den Entladungsschlag auch mit durch die Erde führte, Franklin in Philadelphia und Du Luc in Genf an.

Schon im J. 1753 wurde von einem mit C. M. unterzeichnenden Unbekannten (angeblich dem Schotten Charles Marshall) brieflich auf die Benutzung der Reibungselektricität zum Telegraphiren hingewiesen und vorgeschlagen, so viel Drähte, als Buchstaben sind, mit Glas oder Harz isolirt an Trägern zu befestigen, jedes der entfernten Drahtenden mit einer Metallkugel zu versehen und dicht darunter ein leichtes, mit einem Buchstaben beschriebenes Papierblättchen zu legen. Würde dann irgend ein Draht mit dem geladenen Conductor einer Elektrisirmaschine in Verbindung gebracht, so würde das Blättchen mit dem Buchstaben angezogen und darauf wieder losgelassen werden, und es könnte auf diese Weise (oder auch mittelst auf Glocken von verschiedener Größe überschlagender Funken) eine Correspondenz geführt werden. Der Verfasser dieser Mittheilung schlägt auch vor, den Leitungsdraht mit Harzkitt zu überziehen, um die Ableitung der Elektricität durch die Luft zu verhindern.

Im J. 1774 wollte Lesage in Genf die gegenseitige Abstoßung von Hollundermarkkügelchen zur Telegraphie benutzen. An den entfernten Enden von 24 Leitungsdrähten sollten je zwei Hollundermarkkügelchen an leicht beweglichen Metalldrähten aufgehängt werden; würden dann die anderen Enden der Leitungsdrähte, von denen jeder einen Buchstaben zu bezeichnen hätte, in beliebiger Reihenfolge mit dem Conductor einer Elektrisir-

maschine in Verbindung gesetzt, so müßten die Hollundermarkkügelchen gleichnamige Elektricität annehmen, sich nach Fr. 15 gegenseitig abstoßen und dadurch den zugehörigen Buchstaben telegraphiren.

In einem Briefe vom 15. April 1777 hält es Alex. Volta für möglich, mittelst eines auf Holzsäulen ausgespannten Eisendrahts in Mailand eine elektrische Pistole durch eine in Como aufgestellte Leydener Flasche zu lösen; doch scheint es nicht, als ob er dies zum Telegraphiren habe benutzen wollen.

Im J. 1794 gedachte Reußer an der einen Station 26 Glastäfelchen aufzustellen, auf deren jeder in parallelen Reihen schmaler Stanniolstreifen Lücken nach der Figur eines Buchstabens ausgespart waren, wie Fig. 5 den Buchstaben A zeigt. Von dem Ende x sollte nun ein Draht nach der andern Station laufen und dort mit dem Conductor einer Elektrisirmaschine oder dem einen Belag einer Leydener Flasche verbunden werden, während die sämmtlichen anderen Enden y mittelst eines 27sten Drahtes zum anderen Belag der Leydener Flasche zurückführen und mit demselben in Verbindung bleiben sollten. Bei Entladung der Flasche durch den einen oder anderen Draht hindurch mußte der über sämmtliche Lücken hinwegspringende elektrische Funken das leuchtende Bild des Buchstabens bilden.

Fig. 5.

Praktischer waren schon die Vorschläge, welche darauf hinausgingen, mittelst weniger Drähte nur einige verschiedene Zeichen hervorzubringen und aus diesen ein Alphabet zusammenzustellen. So der Vorschlag von Lomond (1787), welcher die Hollundermarkkügelchen an einem einzigen Drahte auf kürzere oder längere Zeit divergiren lassen und diese beiden leicht unterscheidbaren

Zeichen weiter combiniren wollte. Ferner der vom Professor Böckmann (1794), welcher auf zwei Leitungsdrähten bald einen, bald mehrere Funken in gewissen Zeitzwischenräumen überspringen ließ und aus diesen Combinationen die Buchstaben und Ziffern zusammenstellte.

Andere derartige Vorschläge gingen aus von Cavallo im J. 1795, von Dr. Salva in Madrid im J. 1796, von Betancourt 1798 und von Anderen.

27. Welche Mängel besitzen die telegraphischen Vorrichtungen zur Benutzung der Reibungselektricität?

Die Reibungselektricität ließ sich so hauptsächlich deßhalb nicht für die Telegraphie im Großen anwenden, weil die Anlage wegen der vielen Drahtleitungen sehr kostspielig sein mußte, weil das Geben und Empfangen der Zeichen umständlich und nicht sicher war, weil ferner die Reibungselektricität unbeständig, von dem Feuchtigkeitszustande der Luft abhängig und schwer zu isoliren ist. Am ehesten hätte noch der Gedanke des Engländers Francis Ronalds aus Hammersmith zum Ziel führen können, welcher bei seinen 1816—1823 angestellten Versuchen auf den beiden Stationen durch zwei vollkommen übereinstimmend gehende Uhrwerke je eine mit Buchstaben beschriebene Scheibe in Umdrehung versetzen ließ und durch ein elektrisches Signal den Moment angab, in welchem der zu telegraphirende Buchstabe auf beiden Stationen vor einem kleinen Fensterchen erschienen war, das sich in einem vor jeder Scheibe aufgestellten Schirme befand.

Drittes Kapitel.

Die galvanische Elektricität.

28. Was heißt Galvanismus oder galvanische Elektricität?

Galvanismus heißt die Ursache des elektrischen Erregtseins zweier verschiedenartiger Körper (namentlich zweier verschiedener Metalle oder eines Metalles und eines anderen Körpers) bei ihrer bloßen gegenseitigen Berührung.

Die erste (jedoch nicht so verstandene) Beobachtung galvanischer Elektricität machte Sulzer in Berlin im J. 1760.

Im J. 1789 beobachtete der Professor der Medicin in Bologna Aloisio Galvani, daß präparirte Froschschenkel, wenn sie auf einer Seite mit einem Stück Kupfer, auf der andern mit Eisen berührt werden und wenn diese beiden Metalle selbst sich berühren, in Zuckungen gerathen; er vermuthete, daß dieser Erscheinung ein neues Princip zu Grunde liege. Prof. Alex. Volta zu Pavia erkannte als Ursache jener Erscheinung die Elektricität und wurde bei seinen weiteren Forschungen zu den glänzendsten Entdeckungen geführt, die eine Hauptveranlassung zur weiteren Ausbildung der elektrischen Telegraphie wurden.

Volta kam zu folgendem Resultate: Wenn zwei verschiedenartige Körper, insbesondere zwei Metalle, sich berühren, so findet an der Berührungsstelle eine Entwickelung von beiderlei Elektricität statt, und es hängt dabei die Stärke der elektrischen Erregung hauptsächlich von der Natur der sich berührenden Körper ab.

29. Was versteht man unter elektromotorischer Kraft?

Die Ursache der elektrischen Spannung, welche bei der Berührung zweier verschiedener Körper an der Berührungsstelle entsteht, nennt man elektromotorische Kraft. Die freie Elektricität wird nämlich zerlegt und die positive (+) auf den einen, die negative (—) auf den andern Körper hinübergetrieben. Obgleich nun die elektromotorische Kraft zwischen den beiden Körpern (den Elektromotoren) so lange thätig bleibt, als die Berührung stattfindet, so kann doch die elektrische Spannung auf beiden Körpern nicht über eine gewisse Größe hinauswachsen, weil die elektromotorische Kraft bei einer zu großen Spannung an der Berührungsstelle die theilweise Wiedervereinigung der getrennten Elektricitäten nicht mehr zu verhindern vermag, gleichwie bei einer Leydener Flasche bei erfolgender Ueberladung die isolirende Glasschicht zwischen beiden endlich durchbrochen wird. Der größte Theil der durch die elektromotorische Kraft entwickelten Elektricität bleibt an der Berührungsstelle gebunden und nur ein sehr kleiner Theil verbreitet sich über die beiden Körper; ersterer ist der Größe der Berührungsstelle proportional, letzterer von derselben unabhängig. Kann die Elektricität des einen Körpers frei abfließen, so kann sie nicht mehr bindend auf die des andern Körpers wirken und deßhalb verdoppelt sich die Spannung der letzteren.

30. Was versteht man unter elektrischer Spannungsreihe?

Viele Körper lassen sich so in eine Reihe, die Spannungsreihe (vgl. Fr. 13), ordnen, daß jeder bei Berührung mit einem der vorhergehenden negativ, mit einem der nachfolgenden positiv elektrisch wird. Eine solche Reihe ist folgende:

+ Zink, Zinn, Blei, Eisen, Wismuth, Kupfer, Silber, Gold, Platin, Kohle, Braunstein —.

Hierin wäre also Zink der positivste, Braunstein der negativste Körper und Kupfer z. B. wird in Berührung mit Platin positiv, in Berührung mit Zink aber negativ elektrisch. In dieser Reihe herrscht noch die Eigenthümlichkeit, daß z. B. die elektrische Spannung oder die elektrische Differenz zwischen Zink und Blei zusammengenommen mit der elektrischen Differenz zwischen Blei und

Gold gleich ist der elektrischen Differenz zwischen Zink und Gold; legt man daher mehr als zwei Metalle über einander, so ist die elektrische Spannung der Endplatten immer genau dieselbe, als wenn sich beide unmittelbar berühren.

31. Können alle Körper in diese Spannungsreihe treten?

Nur gewisse Körper lassen sich in diese Spannungsreihe einordnen. Außer den bereits aufgeführten nehmen noch einige zusammengesetzte Körper, wie Eisenoxyd u. s. w., eine bestimmte Stelle in dieser Reihe ein; andere zusammengesetzte Körper, namentlich Flüssigkeiten, passen durchaus nicht in die Spannungsreihe. So wird z. B. Zink in Berührung mit reinem Wasser negativ; wenn nun Wasser in die Spannungsreihe gehörte, so müßte es über dem Zink stehen und Platin müßte in Berührung mit Wasser weit mehr negativ werden, wird es aber weit weniger. Genau so ists bei Zink und Schwefelsäure und Kupfer und Schwefelsäure. Zugleich ist aber auch die Elektricitätserregung zwischen zwei Flüssigkeiten oder einer Flüssigkeit und einem festen Körper bedeutend geringer als zwischen zwei festen Körpern, so daß sie neben letzterer ganz außer Rechnung gelassen werden darf.

32. Was ist ein elektrischer oder galvanischer Strom?

Die auf zwei sich berührenden verschiedenartigen Körpern erzeugte elektrische Spannung bleibt dieselbe, mögen die beiden sich berührenden Körper isolirt sein oder nicht. Wenn also die Elektricität abgeleitet wird, so ersetzt sie sich sogleich wieder. Die Bewegung des elektrischen Fluidums, welche bei beständiger Abführung desselben entsteht, nennt man einen elektrischen Strom. Verbindet man daher nach Fig. 6 die zwei sich berührenden Metalle, z. B. Zink Z und Kupfer K am anderen Ende durch einen feuchten Leiter L, so entsteht zunächst eine elektrische Spannung an der

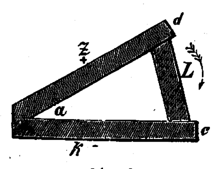


Fig. 6.

Berührungsstelle a, die positive Elektricität sammelt sich auf der Zinkplatte, die negative auf der Kupferplatte, beide gleichen sich

jedoch durch den feuchten Leiter hindurch fortwährend aus, die positive Elektricität geht als Strom vom Zink in der Richtung des Pfeiles dc durch die feuchte Schicht zum Kupfer und zurück zur Berührungsstelle, die negative umgekehrt vom Kupfer durch die feuchte Schicht zum Zink.

Wird von der Richtung des elektrischen Stromes im Allgemeinen gesprochen, so wird immer die Richtung des positiven Stromes darunter verstanden.

33. Was ist ein einfaches Volta'sches Element?

Ein Volta'sches Element oder die einfachste Form einer geschlossenen Volta'schen Kette zeigt Fig. 7. Z bezeichnet die Zinkplatte, K die Kupferplatte, L den feuchten Leiter und D den Schließungsdraht oder Schließungsbogen, d. h. einen die Berührung zwischen Z und K bewirkenden metallischen Leiter. Die positive Elektricität strömt von der Berührungsstelle des Zinks mit dem feuchten Leiter durch den letzteren zum Kupfer und in der Richtung des Pfeiles durch den Schließungsdraht zurück zum Zink. Aus welchem Metall D besteht, ist gleichgiltig; die elektrische Spannung ist dieselbe, als wenn sich die beiden äußersten Elektromotoren K und Z unmittelbar berührten.

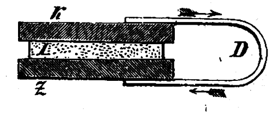


Fig. 7.

In Fig. 8 bestehen die Elektromotoren des Elementes aus Kohle und Zink, der Schließungsdraht aus Kupfer. Wäre nun z. B. die elektrische Spannung zwischen Kohle und Kupfer = 2, die zwischen Kupfer und Zink = 3, also die zwischen Kohle und Zink = 5, so entsteht an der Berührungsstelle der Kohle mit dem Kupfer eine Spannung 2; da Kohle negativer ist, als Kupfer, so tritt der positive Strom auf das Kupfer hinüber; ferner entsteht an der Berührungsstelle des Kupfers mit dem Zink eine Spannung 3 und auch hier

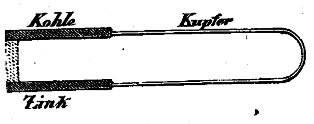


Fig. 8.

geht der positive Strom nach derselben Seite hin. Da die Elektricitätserregung zwischen der Kohle und dem feuchten Leiter und zwischen diesem und dem Zink unberücksichtigt bleiben darf (Fr. 31), so ergiebt sich eine Gesammtspannung von derselben Größe (2 + 3 = 5), wie wenn sich Kohle und Zink unmittelbar berührten.

34. Welche Erscheinungen treten an der Volta'schen Säule auf?

Wenn man mehrere Plattenpaare von Kupfer und Zink immer in derselben Ordnung auf einander schichtet und zwischen jedes Paar einen feuchten Leiter, z. B. feuchten Filz, legt, so erhält man eine Volta'sche Säule oder Kette, wie sie in Fig. 9 dargestellt ist. Von unten nach oben wiederholen sich also die Körper immer in derselben Reihenfolge: Kupfer, Leiter, Zink; Kupfer, Leiter, Zink u. s. w. Die oberste und unterste Platte heißen die beiden Pole. Werden die beiden Endplatten durch einen Schließungsdraht (Polardraht) mit einander verbunden, so tritt ein um so stärkerer Strom auf, je mehr Plattenpaare (Elektricitätsheerde) sich in der Säule befinden und je größer dieselben sind. Da die positive Elektricität immer vom positiven Metall durch den feuchten Leiter zum negativen Metall, die negative in umgekehrter Richtung geht, so ist in Fig. 9 die unterste Kupferplatte der Ausgangspunkt des bei Anlegung des Schließungsdrahtes auftretenden positiven Stromes oder der positive Pol und die oberste Zinkplatte der Ausgangspunkt des negativen Stromes oder der negative Pol. Sind die beiden Pole nicht leitend verbunden, sondern isolirt, so tritt an ihnen gleich starke entgegengesetzte Elektricität auf und nimmt nach der Säulenmitte hin gleichmäßig ab. Wird der eine Pol abgeleitet, so verdoppelt sich (nach Fr. 29) die Spannung am anderen Pole.

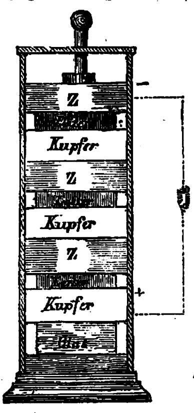


Fig. 9.

35. Warum kann der feuchte Leiter nicht durch jeden Körper, welcher die Elektricität leitet, ersetzt werden?

Der feuchte Leiter dient nicht blos (wenn auch vorwiegend) als Leiter der Elektricität, sondern er ist zugleich ein (und zwar ein sehr schwacher) Elektromotor und erzeugt an den Berührungsstellen mit Zink und Kupfer ebenfalls einen elektrischen Strom, welcher den durch das Kupfer und Zink erzeugten verstärken oder schwächen kann. Wollte man nun statt des feuchten Leiters einen zur Spannungsreihe gehörigen Körper, z. B. Eisen, nehmen, so würden sich die an den Berührungsstellen erzeugten Elektricitäten völlig ausgleichen. Wäre nämlich die elektrische Differenz zwischen Kupfer (K) und Eisen (E) = 1, die zwischen Eisen und Zink (Z) = 2, folglich die zwischen Kupfer und Zink = 3, so würde (Fig. 10) an der Berührungsstelle von Kupfer und Eisen eine elektrische Spannung 1 entstehen und der positive Strom auf das Eisen, als das positivere Metall, hinübergetrieben werden; an der Berührungsstelle von Eisen und Zink entsteht ein positiv elektrischer Strom, welcher mit der Spannung 2 auf das Zink, also in derselben Richtung wie jener, getrieben wird. Dies giebt

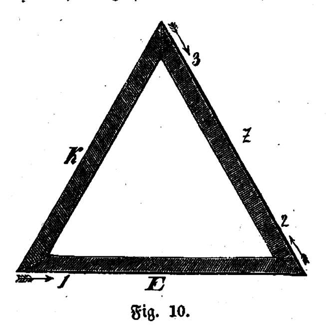


Fig. 10.

einen positiven Strom von der Spannung 1 + 2 = 3 in der Richtung vom Kupfer zum Eisen und zum Zink. An der Berührungsstelle des Kupfers und Zinks entsteht ein positiver Strom von der Spannung 3, welcher auf das positive Metall, also auf das Zink, hinübergetrieben wird, der Summe der obigen beiden zwischen Kupfer und Eisen und zwischen Eisen und Zink erzeugten gleich, aber entgegengesetzt ist. Da nun zwei gleichstarke, aber entgegengesetzt gerichtete Ströme sich aufheben, so kann auch bei einer solchen Anordnung keine Wirkung hervortreten.

36. Was ist eine trockne Säule?

Nach dem Princip der Volta'schen hat Zamboni eine Säule construirt, in welcher die Metallplatten durch unechtes Gold- und Silber-Papier (Kupfer und Zink entsprechend) und die feuchten Leiter durch Papierscheiben ersetzt sind; dabei werden die Papierblättchen gewöhnlich fest in einen Glascylinder eingedrückt. Eine solche Säule heißt eine trockne Säule. Diese Säulen haben zwar eine nur geringe Wirkung, behalten dieselbe aber viele Jahre hindurch.

Viertes Kapitel.

Die galvanischen Batterien.

37. Was versteht man unter einer galvanischen Batterie?

Eine galvanische Batterie oder Kette ist aus galvanischen Elementen zusammengesetzt, in denen verschiedene Körper, namentlich Metalle und leitende Flüssigkeiten, behufs der Erzeugung eines continuirlichen galvanischen Stromes vereinigt sind. Die Batterie ist geschlossen, wenn ihre beiden äußersten Elektromotoren (ihre Pole) durch einen Schließungsdraht verbunden sind.

38. Welche Batterien sind am bemerkenswerthesten?

Der Trogapparat, die Wollaston'sche und Smee'sche Batterie, die Batterie von Becquerel und Daniell und die Modificationen der letzteren von Meidinger, Siemens und Halske, Kramer und Minotto, ferner die Batterie von Grove, Bunsen und Marié-Davy, Leclanché, die Zink-Eisen-Batterie und die Erd-Batterie.

39. Wie ist ein Trogapparat construirt?

Die Elemente des Trogapparates sind mit ihrer ganzen Fläche zusammengelöthete Platten von Kupfer und Zink, welche parallel in die Nuthen der Seitenwände eines Holzkastens so eingesetzt sind, daß der Zwischenraum zwischen je zwei Plattenpaaren eine Zelle oder einen Trog bildet. Das in die Zellen eingefüllte gesäuerte Wasser vertritt die Stelle des feuchten Leiters. Fig. 11 (S. 32) zeigt einen solchen Apparat in etwas anderer

Form. Hier befindet sich in getrennten, mit angesäuertem Wasser gefüllten Gläsern je eine Zink- und eine Kupferplatte, welche sich nicht berühren und von welchen die Zinkplatte des einen Gefäßes mit der Kupferplatte des nächsten zusammengelöthet ist. Der positive Strom hat die Richtung der beigesetzten Pfeile.

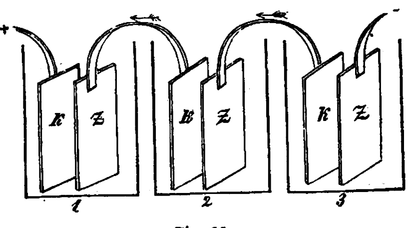


Fig. 11.

40. Welche Form hat die Wollaston'sche Batterie?

Die Wollaston'sche Batterie besteht auch aus getrennten, mit gesäuertem Wasser gefüllten Gefäßen; in jedem ist eine Kupferplatte so um eine Zinkplatte herumgebogen, daß jede Seite der Zinkplatte der Kupferplatte gegenübersteht. Die sämmtlichen Plattenpaare hängen an einer Holzleiste, damit man sie gleichzeitig in die Gefäße einhängen und herausnehmen kann. Anstatt einzelner Gläser wendet man auch Tröge von gebranntem Thon oder Guttapercha an, welche durch Scheidewände in einzelne Zellen getheilt sind, so daß immer ein Plattenpaar in eine Zelle kommt.

41. Wie ist die Smee'sche Batterie zusammengesetzt?

Die sehr kräftige Smee'sche Batterie ist äußerlich der Wollaston'schen ähnlich, doch enthält sie Platten von amalgamirtem Zink und platinirtem Silber; letztere sind von ersteren auf beiden Seiten umgeben. Oberst v. Ebner in Wien nahm Blei anstatt des Silbers. Füllt man bei Anwendung von Trögen dieselben mit Sand und tränkt diesen mit verdünnter Schwefelsäure, so erhält man eine sehr transportable Batterie.

Wenn man getrennte Gefäße anwendet, so nimmt man der Raumersparniß wegen cylindrische Metallkörper; doch dürfen die beiden Metalle in einem und demselben Gefäße sich nicht unmittelbar berühren.

42. Was ist eine constante Batterie?

Die soeben beschriebenen Batterien geben gleich nach dem Eintauchen einen sehr kräftigen Strom; dessen Stärke nimmt aber sehr schnell ab. Batterien, welche auf längere Zeit einen Strom von fast gleichmäßiger Stärke liefern, werden constante Batterien genannt. Die Batterien von Daniell, Grove und Bunsen und Anderen gehören zu den constanten; der Grund davon wird im nächsten Kapitel bei Erwähnung der chemischen Wirkungen des elektrischen Stromes (Fr. 71 und 58) auseinandergesetzt werden.

43. Wie ist die Daniell'sche constante Batterie construirt?

Ein Element der Daniell'schen Batterie ist in Fig. 12 im Durchschnitt dargestellt. Der starke Zinkcylinder m ist in einen mit verdünnter Schwefelsäure gefüllten, unten geschlossenen Cylinder e f g h, von porösem, nicht glasirten Thon, eingesetzt. Dieser Thoncylinder steht in einem Kupfergefäße a b c d, welches mit Kupfervitriollösung gefüllt ist und außerdem ein durchlöchertes Gefäß i k mit grob gestoßenem Kupfervitriol enthält, damit die durch den elektrischen Strom zersetzte Kupfervitriollösung immer wieder ersetzt werden kann. Werden mehrere solcher Elemente zu einer Batterie zusammengesetzt, so wird immer das Zink des einen Gefäßes mit dem Kupfer des nächsten in

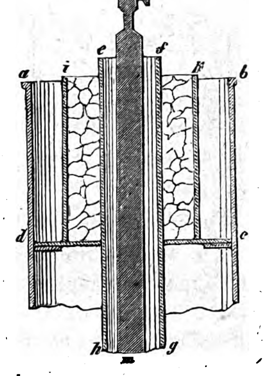


Fig. 12.

Verbindung gesetzt. Anstatt des Kupfergefäßes kann man auch einen unten offenen Kupfer-Cylinder nehmen und dann das Ganze in ein Glasgefäß setzen.

Vor Daniell (1836) benutzten schon Döbereiner (1821), Becquerel, Aimé Zink-Kupfer-Batterien. Diese Batterie besitzt für die Anwendung im Großen viele Vorzüge; doch durchzieht sich die Wand der Thonzelle allmälig mit Kupfervitriol, das im Zink als Verunreinigung vorkommende Blei setzt sich als Schlamm auf dem Boden der Thonzelle ab, zersetzt das Kupfervitriol in der Wand, bis endlich die ganze Zelle mit metallischem Kupfer durchwachsen ist. Zur Beseitigung dieses Uebelstandes wurde die Zink-Kupfer-Batterie mehrfach abgeändert; so von Kramer, Siemens-Halske, Meidinger, Minotto. Eine mit concentrirter Alaunlösung (6 Pfd. Alaun auf 12 Maaß Wasser) gefüllte Zink-Kupfer-Batterie ohne Thonzellen führt den Namen Alaun-Batterie.

44. Wie ist die Batterie von Meidinger construirt?

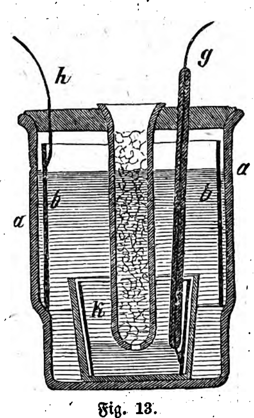


Fig. 13.

Ein Meidinger'sches Element besteht aus einem sich unten verengenden Glasgefäße a (Fig. 13), in welches ein Zinkcylinder b eingesetzt wird. In der Mitte des Bodens vom größeren Gefäße a ist ein etwa halb so großes Glas angekittet. Die innere Wandung dieses kleineren Glases bedeckt ein Kupferblech k, an welches ein Kupferdraht g angenietet und angelöthet ist und durch eine Guttapercha-Röhre hindurch nach außen gelangt. An den Zinkcylinder b ist ein schmales Kupferblech h angelöthet und durch den Deckel nach außen geführt. Durch eine Oeffnung in der Mitte des das große Gefäß verschließenden Glas- oder Holzdeckels wird ein an seinem unteren Ende nicht

vollständig zugeblasenes Glasröhrchen in das kleinere Glas hinuntergesenkt. Das Element wird mit einer Lösung von Bittersalz (schwefelsaurer Magnesia) gefüllt, wobei die Flüssigkeit natürlich auch in das kleine Glas und das Röhrchen gelangt. Letzteres füllt man nun vollständig mit Kupfervitriolkrystallen an und erhält es dauernd damit voll. Aus dem Kupfervitriol bildet sich in dem Röhrchen eine concentrirte Lösung, welche als schwerere Flüssigkeit durch die kleine Oeffnung in das Becherglas hinuntersinkt und das Kupferblech bald bis zur Höhe der Oeffnung umgiebt.

Solche Batterien erhalten sich lange Zeit constant und sind daher in neuerer Zeit vielfach in Anwendung gekommen. Noch wesentlich besser aber sind die Ballon-Elemente, deren Kupfervitriolbehälter, wie Fig. 14 zeigt, oben vollständig geschlossen ist. Die mit Kupfervitriolkrystallen angefüllte Flasche f wird mit Bittersalzlösung gefüllt, der eingekerbte oder von einem feinen Glasröhrchen durchbohrte Stöpsel bei e eingesteckt und die Flasche kann nun in den Guttapercha-Deckel des großen Glases a eingehängt werden, ohne daß Etwas ausfließt. Die schwerere Kupfervitriollösung sinkt aus der Flasche in das Element herab, in dem Maaße, in welchem in letzterem die Lösung durch Kupferausscheidung specifisch leichter wird. Das Kupferblech k im kleinen Glase c kann auch durch einen Bleicylinder ersetzt werden, an welchen der Guttaperchadraht g angenietet ist. An den amalgamirten Zinkcylinder b ist wieder der Poldraht h angelöthet.

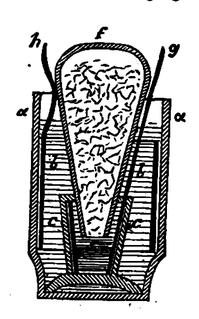


Fig. 14.

45. Woraus besteht die Batterie von Minotto?

Das Element von Minotto hat auf dem Boden eines Glasgefäßes a (Fig. 15) eine Kupferscheibe b mit darangelöthetem, durch Guttapercha isolirten Kupferdraht c. Auf die Kupferscheibe kommt eine Schicht gepulverten Kupfervitriols A,

sodann eine Schicht feinen (kalkfreien) Sandes B und auf letzteren ein Zinkstück d mit darangelöthetem, nach außen führenden Kupferdraht e. Diese Schichtungen werden mit Wasser C übergossen, bis A und B davon durchdrungen sind, worauf die Wirkung alsbald beginnt. Diese ebenfalls sehr constanten Batterien verbrauchen wenig Zink, weil die schwerere Kupfervitriollösung sich zu unterst befindet und mit der Zinkscheibe nicht in Berührung kommt. Bei sehr langem Dienst häuft sich im Sande metallisches Kupfer an und die Batterie versagt. Sollen solche Batterien in kurzem Schließungskreise (für Localbatterien, elektrische Wecker u. dergl.) benutzt werden, so bringt man die Kupferscheibe b zwischen Kupfervitriol und Sand, also zwischen A und B, um den Widerstand des Elementes zu vermindern (vgl. Fr. 55 u. 60).

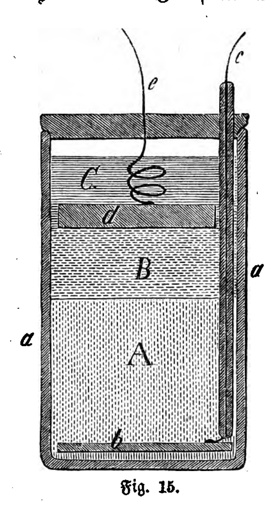


Fig. 15.

Aehnlich ist das Element von Siemens und Halske.

46. Wie ist ein Element von Marié-Davy zusammengesetzt?

Das in Frankreich vielfach angewendete Quecksilber-Element von Marié-Davy ist ein Zink-Kohlen-Element, in welchem das Zink in reinem Wasser, die Kohle in einem feuchten Brei von saurem schwefelsauren Quecksilberoxydul steht.

47. Woraus besteht die Grove'sche Batterie?

Ein Grove'sches Element (Fig. 16 und 17) enthält ein S-förmig zusammengebogenes Platinblech in einer unten geschlossenen, mit concentrirter Salpetersäure gefüllten, porösen Thonzelle. Diese Thonzelle wird nebst dem sie umgebenden Zinkcylinder in ein mit verdünnter Schwefelsäure gefülltes

Glasgefäß gesetzt. Das Platinblech ist an einem runden Deckel von Porzellan befestigt und mit einer auf dem Deckel befindlichen Messingklemme verbunden. Die Grove'sche Batterie liefert zwar einen sehr starken und gleichmäßigen Strom,

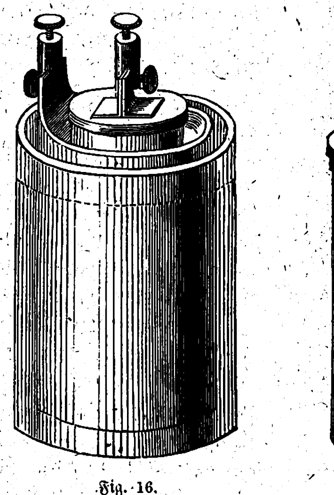


Fig. 16.

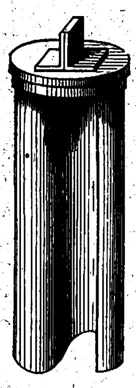


Fig. 17.

doch ist die Anschaffung und Füllung kostspielig und die aus der concentrirten Salpetersäure sich entwickelnde gasförmige salpetrige Säure nachtheilig für die Gesundheit und für die Apparate.

48. Wie sind die Batterien von Bunsen und von Leclanché zusammengesetzt?

Die Bunsen'sche Batterie, welche sich für telegraphische Zwecke sehr gut eignet und am billigsten in der Anschaffung und Unterhaltung ist, besteht aus Kohle und Zink. Fig. 18 stellt drei Bunsen'sche Elemente von oben gesehen dar; c ist ein Glasgefäß, b ein Kohlencylinder (jetzt gewöhnlich eine Kohlenplatte, vgl. Fr. 49) und a eine unten geschlossene poröse Thon-

zelle, in welche ein Zinkkreuz d mit cylindrischem Ansatze eingestellt ist; durch den Verbindungsdraht e wird das Zinkkreuz des einen Elementes mit dem Kohlencylinder des nächsten Elementes in Verbindung gesetzt. Früher und zum Theil jetzt

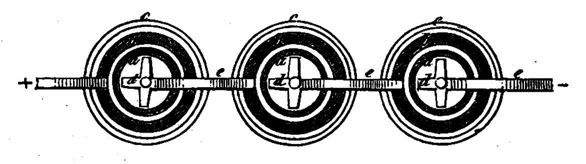


Fig. 18.

noch wurde in die Thonzelle um das Zink herum verdünnte Schwefelsäure, in das Glasgefäß um den Kohlencylinder herum concentrirte Salpetersäure gegossen. Jetzt wendet man innerhalb und außerhalb der Thonzelle gewöhnlich nur verdünnte Schwefelsäure oder Alaunlösung an, was für telegraphische Zwecke ausreichend, billiger und weniger umständlich ist. In diesem Falle, also bei Anwendung nur einer Flüssigkeit, kann man auch die Thonzelle ganz weglassen, doch muß man die unmittelbare Berührung von Zink und Kohle in einem und demselben Gefäße verhindern. Als äußere Flüssigkeit um die Kohle herum hat man neuerlich auch ein Gemenge von Schwefelsäure und concentrirter Salpetersäure oder auch eine concentrirte Lösung von doppeltchromsaurem Kali mit Schwefelsäure angewendet.

Der Kohlencylinder wird oben mit einem dicht darumgelegten Blei- oder Kupferringe versehen und an diesen der Metallstreifen zur Verbindung mit dem Zinkstück des nächsten Elementes gelöthet. Als Material zu diesen Metallringen hat sich das Kupfer am besten bewährt, doch muß man dasselbe vor Oxydation dadurch zu schützen suchen, daß man den oberen Theil des Kohlencylinders vor dem Umlegen des Kupferringes in heißes Wachs taucht und daß man den Ring mit einer Mischung von Wachs und Kolophonium überzieht. Bisweilen legt man den Kupferring mittelst einer Preßschraube frei um

den Kohlencylinder, damit man jenen leicht abheben und reinigen kann. Auch hat man vorgeschlagen, den Kupferring mit einem dünnen Ueberzuge aus einem edlen, nicht leicht oxydirbaren Metall zu überziehen.

Bei der Zink-Kohlen-Batterie von Leclanché (Fig. 19) befindet sich die Kohlenplatte k im Inneren der Thonzelle, welche übrigens mit einer Mischung aus grob gepulverter Kohle und Braunstein ausgefüllt ist; der massive amalgamirte Zinkcylinder z steht im äußeren, mit einem Deckel geschlossenen Raume des Glasbechers B, welcher bis zur Höhe s s mit wässeriger Salmiaklösung gefüllt ist. Die Poldrähte sind wieder g u. h. Die elektromotorische Kraft dieses Elementes ist fast doppelt so groß als die eines Daniell'schen; doch entwickelt diese Batterie anfänglich viel Ammoniakdämpfe; auch bedingt der stärkere Strom zugleich eine stärkere Polarisation (vgl. Fr. 58).

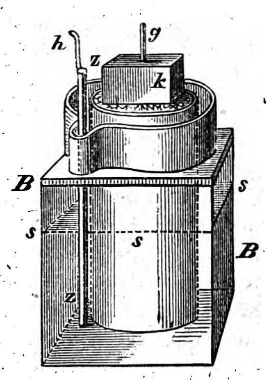


Fig. 19.

Die neueste Abänderung der Batterie von Leclanché ist von Boumans in Mastricht vorgeschlagen worden: In einem Glasbecher stehen in geringer Entfernung von einander eine Platte aus Retortenkohle, an welche oben ein Platindraht in einer 1 Millim. tiefen Furche angelegt ist, und eine amalgamirte Zinkstange. Der freie Raum im Becher ist bis zu zwei Drittheilen der Höhe mit Coke- und Braunstein-Stückchen ausgefüllt. Die Zinkstange ist mit einem Muff von etwas dichtem Wollenstoff umgeben, um ihre Berührung mit dem Coke und Braunstein zu verhüten. Das Wasser wird bis fast an den obern Rand dieses Muffs herauf aufgegossen und auf die Cokestückchen einige Stückchen von krystallisirtem Salmiak gelegt, welche, wie das verdunstete Wasser, nach Bedarf ersetzt werden. Eine solche Batterie

wurde zwei Jahre lang zum Betrieb eines stark benutzten Läutewerks verwendet; dann wurden die Kohlenplatte, der Wollensack und die Braunsteinstückchen mit schwach durch Salzsäure angesäuertem Wasser gewaschen, die Zinkstange durch eine neue ersetzt, und die Batterie hatte wieder die anfängliche Kraft. Der Braunstein ist nur dann erst durch frischen zu ersetzen, wenn er zu weit reducirt ist. Diese ganze Erneuerung der Batterie läßt sich in einigen Minuten ausführen, während man bei Leclanché's Elementen gewöhnlich die Gefäße zerbrechen muß, um die Kohlenplatten herausnehmen zu können.

49. Wie fabricirt man die Kohlencylinder und Kohlenplatten für die Bunsen'schen und Leclanché'schen Elemente?

Guter Coke wird gepulvert und mit Steinkohlentheer zu einer plastischen Masse verarbeitet; diese Masse wird in eine eiserne oder messingene Form eingepreßt, einige Tage in einem verschlossenen Raume getrocknet und hierauf in dem verschlossenen Raume eines Glühofens, vor der directen Berührung mit der Flamme geschützt, stark gebrannt, bei anfangs schwachem, allmälig aber bis zur Weißglühhitze gesteigertem Feuer; nachdem zuletzt 6 bis 8 Stunden hindurch Weißglühhitze unterhalten worden, läßt man das Feuer erlöschen und nimmt die Kohlen erst nach vollständiger Abkühlung des Ofens wieder heraus. Aehnliche Eigenschaften wie diese Kohle hat auch die in Steinkohlengasretorten abgesetzte Kohle, sie ist jedoch wegen ihrer großen Härte schwer zu bearbeiten. Man verwendet daher jetzt gewöhnlich Kohlenplatten und dann wird die Batterie ähnlich wie die Grove'sche angeordnet, d. h. die Kohle kommt ins Innere.

50. Wird in den Batterien reines Zink verwendet? Läßt sich das Zink durch Eisen ersetzen?

Das Zink muß beim Gießen oder Walzen möglichst frei von Blei und Zinn sein; zweckmäßig ist es, dasselbe vor dem Gebrauche mit einem dünnen Ueberzuge von Quecksilber zu versehen, d. h. es zu amalgamiren oder zu verquicken, entweder durch Aufreiben von metallischem Quecksilber oder Eintauchen in dasselbe, oder durch Eintauchen in eine Lösung von saurem

salpetersauren Quecksilberoxyd; das amalgamirte Zink ist nämlich elektropositiver als reines Zink, es wird von der verdünnten Schwefelsäure weniger angegriffen und es lassen sich dann die selten fehlenden Verunreinigungen (Eisen, Blei, Mangan), welche sich als Kruste auf dem Zinkcylinder absetzen, leichter ablösen.

Amalgamirte Cylinder aus Eisenblech geben einen sehr gleichmäßigen und starken Strom, dessen Stärke der durch (doppelt so theuere) Zinkcylinder hervorgebrachten wenig nachsteht. Vor dem Amalgamiren tauche man das mit Salzsäure gut gereinigte Eisen in sehr verdünnte, mit etwas Salzsäure vermischte Kupfervitriollösung, beseitige die dadurch entstehende Kupferschicht durch Reiben mit rauhem Papier und Abwaschen und bringe das Eisen in eine sehr verdünnte, mit einigen Tropfen Salzsäure vermischte Sublimatlösung; dann überzieht es sich mit einer sehr fest sitzenden, gut gegen Rost schützenden Quecksilberschicht.

51. Was ist eine Zink-Eisen-Batterie?

Als elektronegatives Metall kann auch Eisen genommen werden, welches man mit concentrirter Salpetersäure umgiebt. Die Salpetersäure macht das Eisen passiv, d. h. überzieht dasselbe mit einer stark elektronegativen Schicht, welche von der Säure nicht weiter angegriffen wird. Das Zink kommt, wie bei anderen Batterien, in verdünnte Schwefelsäure zu stehen. Die Zink-Eisen-Batterien sind sehr kräftig.

52. Was ist eine Erd-Batterie?

Eine Erd-Batterie bilden in der Erde gewöhnlich entfernt von einander liegende Kupfer- und Zinkplatten, bei welchen als leitende Flüssigkeit die Feuchtigkeit der Erde dient. Gräbt man nämlich an einem Orte tief in die Erde eine Kupferplatte, an einem anderen Orte eine Zinkplatte so ein, daß beide immer feucht liegen, und verbindet man beide Platten über der Erde durch einen gut isolirten Metalldraht, so entsteht ein continuirlicher elektrischer Strom.

Fünftes Kapitel.

Stärke, chemische Wirkungen, Licht- und Wärme-Erscheinungen des galvanischen Stromes.

53. Welcher Unterschied besteht zwischen der Reibungs- und der galvanischen Elektricität?

Beide Elektricitäten sind wesentlich dasselbe, doch zeigt sich uns die galvanische vorwiegend in Bewegung (als Strom), die Reibungselektricität auch in ihrem Stillstande (elektrostatische Erscheinungen). Die Reibungselektricität besitzt eine große Spannung und kann nach der Ableitung nur durch neues Reiben wieder ersetzt werden; die galvanische hat nur eine geringere Spannung, aber das fortgeströmte Fluidum ersetzt sich bei fortdauernder Berührung sogleich wieder.

54. Was ist Leitungsfähigkeit und Leitungswiderstand?

Leitungsfähigkeit eines Körpers für Elektricität heißt die Fähigkeit desselben, Elektricität aufzunehmen, fortzuführen und wieder abzugeben. Je leichter und schneller dies von Statten geht, desto größer ist die Leitungsfähigkeit oder das Leitungsvermögen.

Leitungswiderstand ist das Entgegengesetzte von Leitungsfähigkeit. Je größer die Leitungsfähigkeit eines Körpers, desto geringer ist der Leitungswiderstand; beide stehen also im umgekehrten geometrischen Verhältnisse. Bei einer durch einen Leiter geschlossenen Batterie läßt sich der Widerstand der Batterie

(innerer Widerstand) von dem des Schließungsbogens (äußerer Widerstand) unterscheiden.

Als Einheit des Leitungswiderstandes gilt nach Jacobi's Vorschlag der Widerstand, den ein Kupferdraht von 1 Meter Länge und 1 Millimeter Dicke (zweckmäßiger wäre 1 Quadratmillimeter Querschnitt) dem Durchgange des Stromes darbietet. Das Kupfer zu diesem Drahte muß chemisch rein und ausgeglüht sein, weil der geringste Zusatz fremder Metalle den Leitungswiderstand bedeutend vergrößert. Siemens benutzt eine 1 Meter lange Quecksilbersäule von 1 Quadratmillimeter Querschnitt bei 0° C. als Widerstandseinheit. Im Telegraphenwesen benutzt man größere Einheiten; so in Preußen 1 Meile Eisendraht von 1,85 Linien Durchmesser (= 62,5 Siemens'scher Einheiten), in Frankreich 1 Kilometer Eisendraht von 4 Millim. Dicke (= 10 Siemens'scher Einheiten).

55. Wovon hängt die Leitungsfähigkeit eines Leiters ab?

Die Leitungsfähigkeit der Körper ist nach folgenden Gesetzen zu beurtheilen:

1) Dieselbe hängt von der Natur des Körpers ab. Die Leitungsfähigkeit eines Metalles ist unter übrigens gleichen Umständen und Größenverhältnissen bedeutend größer, als die des besten flüssigen Leiters.
2) Die Leitungsfähigkeit eines Körpers steht in umgekehrtem Verhältnisse mit seiner Länge, d. h. je länger der Leiter ist, desto schlechter leitet er.
3) Dieselbe steht in geradem Verhältnisse zu dem Querschnitt des Leiters. Obgleich also Flüssigkeiten viel schlechter leiten als Metalle, so leitet doch die feuchte Erde noch viel besser als irgend ein Metalldraht, weil ihr Querschnitt den des Drahtes so vielmal übertrifft.
4) Die Leitungsfähigkeit wird durch Temperaturerhöhung in einigen Körpern, z. B. in Metallen, geschwächt, in anderen vergrößert, z. B. in Flüssigkeiten, Guttapercha.
5) Viele Körper isoliren im starren Zustande die Elektricität, leiten sie aber im flüssigen, wie z. B. Wasser und Glas.

56. Was ist die specifische Leitungsfähigkeit und der specifische Leitungswiderstand eines Körpers?

Bezeichnen wir die Zahl k, welche angiebt, um wie vielmal der Leitungswiderstand eines Körpers größer ist als der eines Körpers von genau denselben Abmessungen aus reinem Kupfer, als specifischen Leitungswiderstand dieses Körpers, so ist das specifische Leitungsvermögen f desselben Körpers f = 1 : k. Es ist bei 0°

	der Leitungswiderstand		die Leitungsfähigkeit
für	(nach Rieß)	(nach Pouillet)	(nach Matthiesen)
Kupfer	1	1	72,06
Silber	0,67	0,73	100
Gold	—	0,97	55,19
Messing	3,95 (Müller)	3,57	—
Platin	6,66	4,54	10,53
Eisen	5,88	5,88	14,44
Neusilber	11,33	15,47 (Müller)	7,67
Quecksilber	—	38,46	1,63
Zink	—	—	27,39
Zinn	—	—	11,45
Blei	—	—	7,77
Antimon	—	—	4,29
Wismuth	—	—	1,19

Setzt man den Widerstand des Silbers = 1, so ist derjenige der verdünnten Schwefelsäure 700 000 bis 1 000 000, jener der käuflichen Salpetersäure 1 600 000 u. s. w.

57. Welchen Vortheil bietet die Leitungsfähigkeit der Erde für die Telegraphie?

Daß die Erde die Elektricität zu leiten vermöge, wurde schon in Fr. 19 erwähnt. Schon 1746 hatte Winkler in Leipzig die Pleiße mit in eine elektrische Leitung eingeschaltet; eben so überzeugte sich Watson bei seinen Versuchen (1746 bis 1748), daß sowohl das Wasser, als der Erdboden die Elektricität leiten (vgl. Fr. 26). Das große Leitungsvermögen des feuchten Erdbodens erklärte Prof. Gust. Theod. Fechner in Leipzig zuerst aus dem großen Querschnitte der Flüssigkeitsschicht. Als aber

Prof. Steinheil im Jahre 1838 die Schienen der Nürnberg-Fürther Eisenbahn zur Rückleitung, also als Theil eines langen Schließungsdrahtes, zu benutzen versuchte, fand er, daß der Strom sehr leicht in die Erde überging, und ward so auf die Benutzung der Erde als Rückleiter geführt. In Fig. 20 sind K und Z die Pole einer Batterie, E eine in der Nähe, E_1 eine in der Ferne in die Erde eingegrabene Metallplatte, L ein Leitungsdraht. Der positive Strom geht dann vom Zink Z durch die leitende Flüssigkeit der Batterie zum Kupfer K, durch den Leitungsdraht L in die Erde bei E_1, hierauf in der Erde zurück zur Platte E und zum Zink. Die Erdleitung L_1 ersetzt also einen Theil des Schließungsdrahtes zwischen dem Kupfer- und dem Zink-Pole. Zum Telegraphiren braucht man also hierbei nur einen Leitungsdraht von einer Station zur anderen, während man vor der Steinheil'schen Entdeckung deren zwei haben mußte. Obwohl die Leitungsfähigkeit der Erde auch durch Versuche unzweifelhaft nachgewiesen ist, so weisen doch gewichtige Thatsachen darauf hin, daß die Elektricität in der Erde gar nicht den Weg von E_1 nach E zurücklegt, daß vielmehr die Erde als ein großes Behältniß dient, in welches die Elektricität von den beiden Batteriepolen K und Z gleichzeitig abfließt. Da indeß die erstere Anschauung für die Verfolgung des Stromlaufs manche Bequemlichkeit bietet, so möge sie auch im Folgenden beibehalten werden.

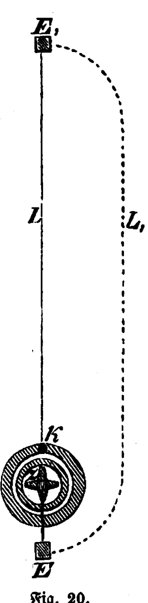


Fig. 20.

58. Was versteht man unter galvanischer Polarisation?

Wenn eine galvanische Batterie in Thätigkeit ist, so werden die mit den Elektromotoren in Berührung befindlichen Flüssigkeiten zerlegt, und die Bestandtheile derselben lagern sich entweder auf den Elektromotoren mechanisch ab oder verbinden

sich chemisch mit denselben (vgl. Fr. 66). Die Elektromotoren werden dadurch verändert und es entsteht aus dieser Veränderung eine neue elektrische Differenz oder eine neue elektromotorische Kraft (die elektromotorische Gegenkraft), welche der elektromotorischen Kraft der Kette entgegengesetzt ist. Man nennt die auf diese Weise in den Zustand elektromotorischer Thätigkeit versetzten Elektromotoren polarisirt. Der ganze Vorgang, die galvanische Polarisation, dauert so lange, wie der Strom, und bei längerer Dauer desselben auch noch einige Zeit nach dem Aufhören des Stromes fort.

59. Welche Beziehungen finden zwischen Stromstärke, elektromotorischer Kraft und innerem Widerstande statt?

Bei einem durch einen sehr kurzen Draht geschlossenen galvanischen Elemente ist die Stärke des Stromes abhängig von der Natur der sich berührenden Körper oder von der elektromotorischen Kraft und von dem Widerstande, den die leitende Flüssigkeitsschicht der durch sie hindurchgehenden Elektricität entgegensetzt. Verbindet man demnach die beiden Zinkplatten z und eben so die beiden Kupferplatten k zweier Elemente mit einander und dann erst den Kupferpol K mit dem Zinkpol Z durch einen Schließungsdraht D, so bleibt zwar die elektromotorische Kraft dieselbe, weil diese nur von der Natur der Körper abhängt, der Querschnitt der Flüssigkeitsschicht wird aber verdoppelt, also der (innere) Widerstand auf die Hälfte herabgesetzt. Man erhält bei dieser (durch Fig. 21 erläuterten) Verbindung mehrerer (n) Elemente neben einander eigentlich nur ein einziges, so viel mal (n mal) größeres Element, als man einzelne kleinere Elemente dazu genommen hat.

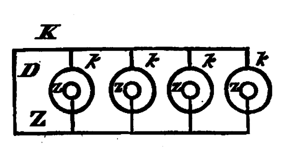


Fig. 21.

Bei Verbindung der Elemente neben einander ist die Stromstärke von n Elementen n mal so groß, als von einem Elemente, sobald der (äußere) Widerstand im Schließungsdrahte so

gering ist, daß er gegen den im Elemente vernachlässigt werden darf. Verbindet man dagegen zwei (oder mehrere) Elemente hinter einander (wie es Fig. 18 auf S. 38 und Fig. 23 auf S. 50 zeigen), d. h. so, daß das Zink des einen mit dem Kupfer des anderen in Verbindung kommt, und schließt dann die Poldrähte, so ist der Widerstand in der feuchten Schicht verdoppelt, dafür ist aber auch eine zweite Berührungsstelle der Metalle hinzugekommen und daher bleibt die Stärke des Stromes dieselbe, wie bei einem einzigen geschlossenen Elemente, vorausgesetzt wieder, daß der Widerstand im Schließungsdraht vernachlässigt werden darf. Anders wird es jedoch bei Schließung durch einen längeren Schließungsdraht.

60. Welches ist das Ohm'sche Gesetz?

Die Beziehungen zwischen Stromstärke, elektromotorischer Kraft und den Widerständen hat Ohm mathematisch formulirt; das Ohm'sche Gesetz ist für die gesammte Elektricitätslehre, also auch für die elektrische Telegraphie von der größten Wichtigkeit. Es lautet in seiner einfachsten Form: Die Stromstärke in einem geschlossenen Elemente ist gleich der elektromotorischen Kraft, dividirt durch den gesammten Widerstand. Bezeichnet man die Stromstärke mit S, die elektromotorische Kraft mit E (von welcher streng genommen die elektromotorische Gegenkraft in Abzug zu bringen ist) und den Widerstand mit W, so ist

$$S = \frac{E}{W}.$$

Der Gesammtwiderstand W des Elementes besteht aus dem inneren Widerstande u und dem äußeren v. Letzterer läßt sich (nach Fr. 55) $v = kL : q$ setzen, wenn k den spec. Widerstand, L die Länge und q den Querschnitt des Leiters bedeutet. Werden n-Elemente hinter einander zu einer Batterie verbunden, so wird (nach Fr. 59) die elektromotorische Kraft $= nE$, der innere Widerstand $= nu$, daher die Stromstärke:

$$S = \frac{nE}{nu + v}, \quad \text{wobei } v = \frac{kL}{q}.$$

Dürfte nun bei einem sehr kurzen Schließungsdrahte der Widerstand desselben $v = 0$ gesetzt werden, so würde

$$S = \frac{nE}{nu} = \frac{E}{u};$$

in diesem Falle hat also die Anzahl n der Elemente gar keinen Einfluß auf die Stromstärke, wohl aber die Größe derselben, weil mit zunehmender Größe der innere Widerstand sich vermindert, während die elektromotorische Kraft dieselbe bleibt. Der Widerstand eines Elementes ist bei 10fachem Querschnitt 10mal so gering, als bei einfachem Querschnitte; die Stromstärke des ersteren ist die 10fache von der des letzteren, nämlich:

$$S = \frac{E}{\frac{1}{10}u} = \frac{10E}{u}.$$

Ist umgekehrt der äußere Widerstand v sehr groß gegen den inneren u, so wächst der Nenner $nu + v$ verhältnißmäßig nur sehr wenig, wenn die Elementenzahl n sich vergrößert, während der Zähler nE in gleichem geometrischen Verhältnisse mit n wächst. In diesem Falle wächst also der Werth des ganzen Bruches S ziemlich in gleichem geometrischen Verhältnisse mit n. Dieser Fall liegt bei Telegraphenleitungen vor, denn eine solche Leitung ist ein Schließungsdraht von großer Länge und folglich von großem Widerstande. Man sieht hieraus, daß man bei Telegraphenleitungen die Stromstärke nur dadurch vergrößern kann, daß man die Anzahl der Elemente vergrößert, und daß dabei die Größe der Elemente selbst fast ganz ohne Einfluß ist. Ein Beispiel wird dies deutlicher machen. Wäre der Widerstand einer Telegraphenleitung = 10 000 der eines Bunsen'schen Elementes = 2 zu setzen, die elektromotorische Kraft eines solchen Elementes aber $E = 10\,000$, so liefert für den vorliegenden Fall

1 Element die Stromstärke $S_1 = \frac{10\,000}{2 + 10\,000} = 0{,}9998;$

10 Elemente die „ $S_{10} = \frac{10.10\,000}{2.10 + 10\,000} = 9{,}98;$

demnach wächst hier die Stromstärke fast genau mit der Zahl

der Elemente. Bei 10mal so kleinen Elementen wäre der Widerstand in jedem einzelnen Elemente der zehnfache d. h. $u = 20$; die Stromstärke

$$S_{10} = \frac{10.10\,000}{20.10 + 10\,000} = 9{,}8$$

wäre also dabei nicht viel geringer, als bei 10mal größeren Elementen. Die Erfahrung bestätigt dies auch vollkommen.

61. Wie verändert sich die Stromstärke einer Batterie, wenn mehrere Schließungsdrähte angewendet werden?

Mittelst des Ohm'schen Gesetzes läßt sich auch die Erfahrung theoretisch begründen, daß eine und dieselbe Batterie zum gleichzeitigen Telegraphiren auf mehreren Telegraphenleitungen ausreicht. Betrachtet man nämlich eine Batterie oder ein Element, deren Pole Z und K (Fig. 22) durch zwei verschieden große, aber so lange Schließungsdrähte verbunden sind, daß gegen die (äußeren) Widerstände v und v_1 derselben der (innere) Widerstand u des Elementes vernachlässigt, also v und v_1 als der Gesammtwiderstand W und W_1 eines jeden der beiden Schließungskreise angesehen werden darf, so geht durch jeden Schließungsdraht ein elektrischer Strom, dessen Stärke S oder S_1 von dem Widerstande in diesem Schließungsdrahte abhängig und zwar ihm umgekehrt proportional ist, so daß sich $S : S_1 = \frac{1}{v} : \frac{1}{v_1} = \frac{v_1}{v}$ verhält.

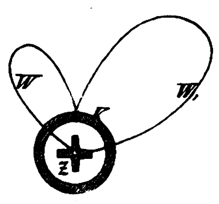


Fig. 22.

Beide Schließungsdrähte bilden dabei gewissermaßen einen Leiter, dessen Leitungsfähigkeit die Summe $F + F_1$ der Leitungsfähigkeiten beider Drähte ist; da nun $F = \frac{1}{v}$ und $F_1 = \frac{1}{v_1}$, also $F + F_1 = \frac{1}{v} + \frac{1}{v_1} = \frac{v_1 + v}{vv_1}$, der Gesammtwiderstand beider Leiter also $= \frac{1}{F + F_1} = \frac{vv_1}{v_1 + v}$

zu setzen ist, so ergiebt sich (bei Vernachlässigung des Widerstandes der Batterie) nach Fr. 60 als Gesammtstromstärke

$$S + S_1 = E : \frac{1}{F + F_1} = E(F + F_1) = \frac{E(v_1 + v)}{vv_1}.$$

Nun ist aber auch $S + S_1 = S_1 \left(\frac{S}{S_1} + 1\right) = S_1 \left(\frac{v_1}{v} + 1\right)$ $= \frac{S_1 (v_1 + v)}{v}$, folglich $S_1 = \frac{E}{v_1}$ und $S = \frac{E}{v}$, d. h. in demselben Drahte ist die Stromstärke dieselbe, mag der Strom nur durch diesen einen Draht oder gleichzeitig noch durch mehrere andere hindurchgehen. Diese Thatsache ist für die Telegraphie von besonderer Wichtigkeit. Wenn man mehrere Telegraphenleitungen von verschiedener Länge hat, so braucht man für sämmtliche Leitungen nur eine Batterie von der Stärke, wie sie für die längste der zu benutzenden Leitungen erforderlich ist; man verbindet dann den einen Pol des ersten Elementes mit der Erde, die längste Leitung mit dem anderen Pole des letzten Elementes, dagegen die anderen Leitungen, je nach ihrer Länge oder ihrem Widerstande, mit einem der vorhergehenden, in der Batterie befindlichen Elemente. Hat man also z. B. nach Fig. 23 drei Telegraphenleitungen I, II und III, von denen II doppelt und III $3^1/_2$mal so lang ist, als I, und brauchte man zu der längsten Leitung III 7 Elemente, so verbindet man einen Pol, z. B. den Kupferpol des ersten Elementes, mit der Erde E

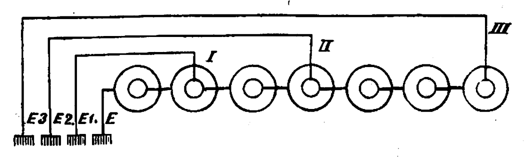


Fig. 23.

die Leitung I mit dem Zinkpole des 2ten, die Leitung II mit dem Zinkpole des 4ten und die Leitung III mit dem Zinkpole des 7ten Elementes. Dann ist die Stromstärke in sämmtlichen

Leitungen dieselbe, mag der Strom nur in eine, oder in zwei oder in alle drei Leitungen gleichzeitig gesendet werden. E_1, E_2, E_3 sind die Erdplatten am Ende der drei Leitungen.

Theilt sich ein Stromkreis an einer Stelle in mehrere Zweige, deren Widerstände w_1, w_2, w_3 u. s. w. sind, so theilt sich der Strom S an dieser Stelle in eben so viele Stromzweige S_1, S_2, S_3 u. s. w.; dabei ist $S = S_1 + S_2 + S_3 + \ldots$ und es verhält sich $S_1 : S_2 : S_3 : \ldots = \frac{1}{w} : \frac{1}{w_2} : \frac{1}{w_3} : \ldots$ Die Aufgabe läßt sich demnach in ähnlicher Weise wie die obige lösen. Umständlicher wird die Lösung beim Vorhandensein von weiteren elektromotorischen Kräften in den einzelnen Zweigen.

62. Wie muß man bei gegebener Elementenzahl und bei gegebenem Schließungsbogen die Elemente verbinden, um ein Maximum der Stromstärke zu erhalten?

Mittels des Ohm'schen Gesetzes läßt sich weiter nachweisen, daß die Stromstärke bei einer gegebenen Anzahl von Elementen am größten ist, wenn der Widerstand in der Batterie gleich ist dem Widerstande im Schließungsdraht oder in der Leitung. Ist z. B. der Widerstand eines einfachen Elementes $u = 4$, der eines doppelten also $= 2$ und der eines vierfachen $= 1$, der Widerstand des Schließungsbogens aber $v = 16$, so erhält man bei Verbindung von 64 Elementen zu einer Batterie aus:

64 einfachen Elementen d. Stromstärke $S_1 = \frac{64\,E}{64 \cdot 4 + 64} = \frac{E}{5}$

32 doppelten — — — $S_2 = \frac{32\,E}{32 \cdot 2 + 64} = \frac{E}{4}$

16 vierfachen — — — $S_3 = \frac{16\,E}{16 \cdot 1 + 64} = \frac{E}{5}$

Man verbindet daher zweckmäßig die Elemente so neben einander oder hinter einander (s. Fr. 59), daß der Widerstand der Batterie dem in der Leitung möglichst nahekommt; bei Telegraphenleitungen also hinter einander, bei kürzeren Leitungen im Locale öfters zu zweien, dreien 2c. neben einander.

63. Mit welchen Instrumenten mißt man die Stromstärke?

Zum Messen der Stromstärke dienen die Rheometer, und zwar vorwiegend das Voltameter, die Tangentenbussole, die Sinusbussole und das Magnetometer. Von diesen Instrumenten wird später (Fr. 67, 86—89) die Rede sein.

64. Was ist ein Rheostat oder Widerstandsmesser?

Ein Rheostat ist ein Instrument, mittels dessen man den Leitungswiderstand in einer geschlossenen Kette beliebig vergrößern oder vermindern kann, ohne die Kette zu öffnen; er dient daher zu bequemer Vergleichung der Leitungswiderstände verschiedener Körper unter einander und mit der gewählten Einheit des Widerstandes. Rheostaten wurden in verschiedenen Formen von Wheatstone, Jacobi u. A. construirt. Der einfachste Widerstandsmesser, das Rheochord, dient zur genauen Bestimmung nicht zu großer Widerstände; es enthält zwei neben einander liegende Metallsaiten, welche durch eine entlang derselben verschiebbare Klemme oder noch besser durch ein solches Quecksilbernäpfchen an jeder beliebigen Stelle leitend mit einander verbunden werden können, so daß immer nur die von der Klemme oder dem Näpfchen nach dem einen Ende hin liegenden Drahtstücke in den Stromkreis eingeschaltet erscheinen. Ein von Wheatstone angegebener Rheostat (Fig. 24) ist sehr einfach, aber minder zuverlässig; g und h sind zwei parallele, gleichgroße Cylinder von ungefähr 14 Centim. Länge und 4 Centim. Durchmesser, ersterer von Holz, letzterer von Messing. Auf den Holzcylinder ist ein dünner Draht gewunden und legt sich in die schraubenförmigen Vertiefungen desselben so ein, daß jede Windung gegen die beiden benachbarten isolirt

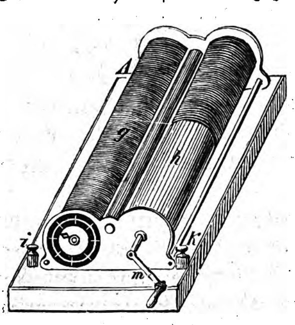


Fig. 24.

ist. Das eine Ende dieses Drahtes steht mittels eines am Cylinder g befestigten Messingringes mit der Metallklemme i in leitender Verbindung; das andere Ende ist auf dem Messingcylinder h befestigt, welcher mit der Klemme k leitend verbunden ist. Die Kurbel m kann entweder auf dem Holzcylinder g oder dem Messingcylinder h angesteckt werden; dreht man durch sie letzteren rechts herum, so wickelt sich der dünne Draht vom Holzcylinder ab und auf den Messingcylinder; wird dagegen ersterer links herum gedreht, so windet sich der Draht vom Messingcylinder auf den Holzcylinder. Werden nun die Klemmen i und k in eine elektrische Kette eingeschaltet, so durchläuft der Strom nach einander sämmtliche auf dem Holzcylinder liegende Drahtwindungen, weil diese von einander isolirt sind; auf dem Messingcylinder h dagegen sind die Drahtwindungen nicht von einander isolirt und deshalb geht der Strom von dem Punkte an, wo der Draht diesen Cylinder berührt, sogleich zur Klemme k. Wegen des verhältnißmäßig großen Cylinderquerschnitts ist demnach als Widerstand des Rheostates nur das auf dem Holzcylinder befindliche Drahtstück von veränderlicher Länge zu betrachten. Die auf dem Holzcylinder befindlichen Drahtwindungen liest man an einer zwischen beiden Cylindern befindlichen Scala ab, während die Theile einer Umwindung durch einen Zeiger angegeben werden, welcher auf der Achse des Holzcylinders sitzt und sich auf einem getheilten Kreise herumbewegt. Schaltet man zugleich mit dem Rheostaten und einem Rheometer noch einen Körper in den Stromkreis ein, dessen Widerstand gemessen werden soll, so braucht man nur zu beobachten, wie viel Draht des Rheostates mehr im Stromkreis einschalten muß, um nach dem Herausnehmen des betreffenden Körpers aus dem Stromkreise in diesem wieder dieselbe Stromstärke zu erhalten.

Um bequem abwechselnd größere oder kleinere Mengen der Widerstandseinheit in einen Stromkreis einschalten zu können, stellt man Widerstandsrollen her, welche einer bestimmten Menge Einheiten entsprechen, und ordnet diese bequem neben einander an, etwa so wie es Fig. 25 zeigt. Hier laufen die

Enden der Rolle 1 nach den metallenen Platten a und b, die Enden der Rolle 2 nach den Platten b und c, die Enden der Rolle 3 nach der Platte c und der Klemmschraube d_2; die Platte a ist noch mit der Klemme d_1 verbunden. Werden die

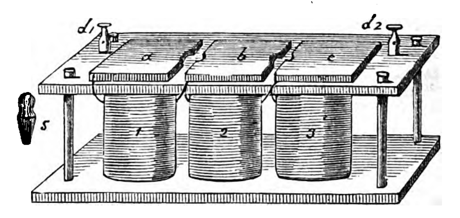


Fig. 25.

Poldrähte einer Batterie an die Klemmen d_1 und d_2 geführt, so muß der Strom alle drei Rollen durchlaufen; steckt man den metallenen Stöpsel s in das Loch zwischen a und b, oder zwischen b und c, so durchläuft der Strom blos die Rollen 2 und 3 oder 1 und 3, weil die Enden der Rolle 1 oder 2 leitend verbunden sind; steckt man in jedes dieser Löcher einen Stöpsel s, so geht der Strom blos durch die Rolle 3. Bei einer kleinen Abänderung dieses Rheostaten würde selbst die Rolle 3 noch ausgeschaltet werden können. Ueber die bifilar gewickelten Widerstandsrollen von Siemens vgl. Fr. 102.

65. Welche Einrichtung haben die Differentialwiderstandsmesser von Wheatstone und von Clark?

Wheatstone's Brücke oder Differentialwiderstandsmesser diente ursprünglich zur Bestimmung geringer Widerstände und ist folgendermaßen construirt: Auf einem Brete (Fig. 26) stehen, ein Parallelogramm bildend, vier Drahtklemmen a, b, c, d, ferner zwischen a und d die Klemmen e und f, so wie zwischen d und b die Klemmen g und h. Diese Klemmen sind in der aus Fig. 26 ersichtlichen Weise durch Drähte, die Klemmen a und b mit den Polen der Batterie verbunden; zwischen c und d wird ein Rheometer m eingeschaltet.

Sind zwischen e und f, g und h ebenfalls Drähte eingeschaltet, so verzweigt sich der Strom bei a, bei c und d, um sich bei b wieder zu vereinigen; hierbei kommen jedoch nur die

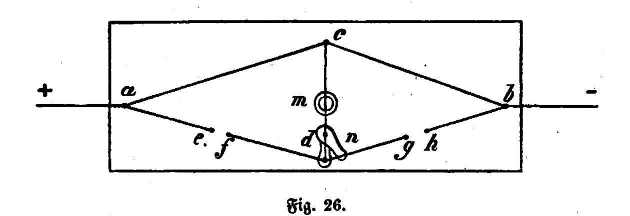


Fig. 26.

Stromtheile in Betracht, welche durch das Rheometer m gehen. Ein Stromzweig geht in der Richtung a c m d g h b, wie es in Fig. 27 durch die ausgezogene Linie angedeutet ist; ein anderer,

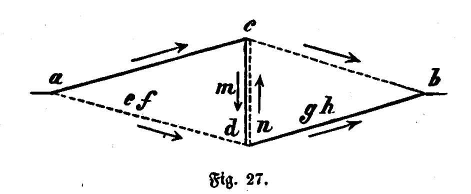


Fig. 27.

durch die punktirte Linie angedeuteter Stromzweig geht von a über e, f, d, n und c nach b; beide Zweige durchlaufen also das Rheometer in entgegengesetzter Richtung. Sind nun die Widerstände in den beiden Drahtleitungen a c d b und a d c b vollkommen gleich, so sind es auch nach Fr. 61 die beiden in entgegengesetzten Richtungen durch das Rheometer m gehenden Stromzweige und umgekehrt; das Rheometer zeigt dann keinen Strom an, sein Zeiger steht auf Null. Verändert man dann die Länge des zwischen e und f befindlichen Drahtes, so sind die Widerstände a c d b und a d c b und daher auch die

beiden Stromtheile nicht mehr gleich, die Differenz der Ströme muß vom Rheometer m angezeigt werden.

Sind nun die Widerstände ac und cb, ae und bh, df und dg gleich, so müssen sich auch zwischen g und h und zwischen e und f Drähte von gleichem Widerstande eingeschaltet befinden, sobald der Zeiger des Rheometers m auf Null steht. Zur leichteren Regulirung kann man dabei das Messingschieberchen n verwenden, um damit den Weg cmng zu verändern. Schaltet man also zwischen e und f den Draht ein, dessen Widerstand man messen will, und auf der anderen Seite zwischen g und h Normaldraht, bis der Zeiger von m wieder auf Null steht, so hat der zwischen g und h hinzugefügte Normaldraht denselben Widerstand, wie der Draht zwischen e und f. Allgemeiner: die durch das Rheometer gehenden Ströme äußern gleiche Wirkung auf das Rheometer m, sobald das Product aus den Widerständen in den Seiten ac und db des Parallelogramms eben so groß ist, wie das Product der Widerstände in den Seiten ad und cb, oder sobald ac : ad = cb : db.

Das Differentialgalvanometer von Latimer Clark enthält zwei Umwindungen für die Magnetnadel und für jede Umwindung eine Nebenschließung für den Strom; diese Nebenschließungen sind aber so gewählt, daß der Widerstand einer jeden nur 1/99 vom Widerstand der zugehörigen Umwindung ausmacht, so daß die Umwindung bei Einschaltung der Nebenschließung nur vom hundertsten Theile des Stroms durchflossen wird.

66. Welche chemische Wirkungen hat der galvanische Strom?

Der galvanische Strom zerlegt nicht nur die leitenden Flüssigkeiten in den Elementen (Fr. 58), sondern auch andere von ihm durchströmte Flüssigkeiten während des Stromdurchganges in ihre Bestandtheile. Die Physiker Carlisle und Nicholson beobachteten zuerst, im Jahre 1800, daß das Wasser während des Durchganges des elektrischen Stromes in seine Bestandtheile, Wasserstoffgas und Sauerstoffgas, zerlegt wird; es war dies zugleich der erste Versuch, bei welchem das Wasser direct in

seine Bestandtheile zerlegt wurde. Ein zweckmäßiger Apparat zur Wasserzersetzung ist in Fig. 28 dargestellt. Durch den isolirenden Boden eines mit angesäuertem Wasser gefüllten Gefäßes gehen zwei Platindrähte f und f' und enden in dem Gefäße in Platinbleche, ohne sich unmittelbar zu berühren. Ueber jedes Platinblech wird ein mit derselben Flüssigkeit gefülltes Gläschen umgestürzt, dessen untere Oeffnung sich unter dem Flüssigkeitsspiegel befinden muß. Verbindet man die Drahtenden f und f' mit den Polen einer Batterie, so beginnt sogleich die Zersetzung des Wassers; das Sauerstoffgas entwickelt sich an dem Ende des Drahtes f', wo der positive Strom austritt, und sammelt sich in dem Gläschen o, das Wasserstoffgas am Ende des Drahtes f und sammelt sich im Gläschen h; letzteres Gas nimmt doppelt so viel Raum ein, als ersteres. Die Gasentwickelung ist um so lebhafter, je näher die Platinbleche einander stehen, je größer dieselben sind und je stärker die Elektricitätsquelle ist. Reines Wasser ist auf diese Weise viel schwerer zu zersetzen, als solches, welches einen geringen Zusatz von Säure hat, weil letzteres viel besser leitet.

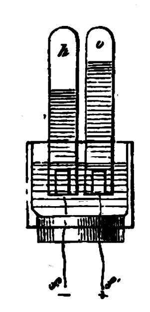


Fig. 28.

Umgekehrt befördert der elektrische Strom auch chemische Verbindungen, namentlich die Oxydation des positiven Pols, wenn derselbe aus einem oxydabeln Metall besteht.

67. Was ist ein Voltameter?

Ein Voltameter ist ein Gefäß mit Wasser, in welches die beiden Pole einer Batterie so eingeführt sind, daß die Gase, in welche schwach angesäuertes Wasser sich durch den elektrischen Strom zersetzt, bequem aufgefangen und ihrem Volumen nach gemessen werden können. Die in einer gewissen Zeit gelieferte Gasmenge ist proportional der Stromstärke. Als Einheit der Stromstärke dient dabei (nach Jacobi) ein Strom, der in 1 Minute 1 Kubikcentimeter Knallgas (Gemisch von Wasser-

stoff- und Sauerstoffgas) bei einer Temperatur von 0° C. und bei 760 Millimeter Barometerstand liefert. Das Voltameter ist für sehr schwache Ströme nicht anwendbar, weil das Instrument selbst einen sehr bedeutenden Leitungswiderstand darbietet.

68. Wie kann man sich die Wasserzersetzung durch den galvanischen Strom erklären?

Wenn sich zwischen den beiden Polen einer galvanischen Batterie eine Wasserschicht befindet, so wird der positive Pol den elektro-negativen Bestandtheil (den Sauerstoff) der zunächstliegenden Wassertheilchen anziehen und dem positiven Pole zukehren, während das abgestoßene elektro-positive Wasserstoffatom von dem positiven Pole abgewendet wird. Der positive Wasserstoff des ersten Wassertheilchens 1 (Fig. 29) zieht jetzt den negativen Sauerstoff des zweiten Wassertheilchens 2 an und stößt den Wasserstoff des letzteren ab; dieselbe Wirkung wird von 2 auf 3, von 3 auf 4 u. s. w. ausgeübt, so daß die Sauerstoffatome sämmtlicher Wassertheilchen dem positiven, die Wasserstoffatome dem negativen Pole zugekehrt sind. Das Wasserstoffatom des ersten verbindet sich nun mit dem Sauerstoffatom des zweiten wieder zu Wasser, eben so der Wasserstoff des zweiten mit dem Sauerstoff des dritten u. s. f., und es geht demnach auf der ganzen Strecke zwischen beiden Polen eine beständige Zersetzung und Wiederbildung von Wasser vor sich, mit Ausnahme an den beiden Polen, wo die ausgeschiedenen Wasserbestandtheile sich anhäufen. Die Beweglichkeit der Wassertheilchen ist behufs der Zersetzung nothwendig; Eis wird nicht zersetzt und leitet auch den Strom nicht.

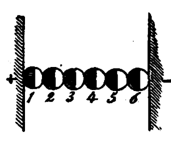


Fig. 29.

69. Zerlegt der elektrische Strom alle zusammengesetzten Körper?

Man hat, wenn auch noch nicht alle, so doch sehr viele Körper durch den elektrischen Strom in ihre Bestandtheile zerlegt, namentlich bei Anwendung recht starker Ströme. Bedingung ist jedoch der flüssige Zustand der Körper. Im Jahre 1807

entdeckte der englische Gelehrte Davy mit Hülfe der Volta'schen Säule die Zerlegbarkeit der Alkalien, welche man bis dahin für einfache Körper gehalten hatte; aus dem Kali und Natron stellte derselbe das Kalium- und Natrium-Metall dar. Auch die Salze werden durch den galvanischen Strom zerlegt und die Säure, als der negative Bestandtheil, an dem positiven, die Basis, als der positive Bestandtheil, an dem negativen Pol ausgeschieden. Man kann sich hiervon leicht überzeugen, wenn man in eine Uförmig gebogene Glasröhre eine mit Malventinctur schwach violett gefärbte Lösung von Glaubersalz gießt und in die beiden Schenkel dieser Röhre die Poldrähte einer Batterie eintaucht. Hierdurch erfolgt einerseits eine Zersetzung des Lösungswassers und eine Gasentwickelung, andererseits eine Trennung der Säure von der Basis; letztere erkennt man daraus, daß die Flüssigkeit am positiven Pole roth, am negativen grün gefärbt wird. Kehrt man die Pole um, so stellt sich erst die ursprüngliche violette Färbung wieder her, dann erscheint die rothe Farbe da, wo vorher die grüne war, und umgekehrt. Die chemische Zersetzung einer Flüssigkeit macht den Durchgang des Stromes durch dieselbe möglich. Absoluter Alkohol, Oel u. s. w. werden nicht zersetzt, leiten aber auch den Strom sehr schlecht.

70. Wie nennt man die Körper, die einer chemischen Zersetzung durch den elektrischen Strom fähig sind?

Nach Faraday benennt man die durch Elektricität zerlegbaren Flüssigkeiten Elektrolyte, den Act der Zersetzung selbst Elektrolyse, die Polplatten Elektroden, die Bestandtheile der Elektrolyten Jonen. An der positiven Elektrode (Anode), durch welche der (+) Strom in die Flüssigkeit eintritt, scheidet sich das elektronegative (—) Anion aus, an der Kathode das elektropositive Kation. Bei der Elektrolyse solcher Metallsalze, deren Metall nicht viel Verwandtschaft zum Sauerstoff hat, wird an der Anode Sauerstoff frei, an der Kathode hingegen das Metall als solches niedergeschlagen. Taucht man z. B. die beiden aus Platinblechen bestehenden Pole in eine Lösung von Kupfervitriol, so entbindet sich am positiven Pole Sauerstoff,

während am negativen Pole eine Schicht metallisches Kupfer niedergeschlagen wird und das Platin überzieht.

71. Wie erklärt sich die Wirkung der constanten Batterien?

Wenn man die Ablagerung von Wasserstoffgas an der negativen Polplatte hindert, so findet keine Polarisation und folglich keine Stromschwächung statt. Umgiebt man z. B. das Kupfer eines Zink-Kupfer-Elementes mit einer Lösung von Kupfervitriol, wie bei der Daniell'schen Batterie, so findet keine Polarisation statt, weil der Kupfervitriol (schwefelsaures Kupferoxyd) durch den elektrischen Strom dergestalt zersetzt wird, daß der bei der Wasserzersetzung gebildete Wasserstoff durch den Sauerstoff des Kupferoxyds zu Wasser oxydirt wird, während das metallische Kupfer sich am Kupferpole abscheidet. Der Sauerstoff des zersetzten Wassers geht zum Zink, bildet Zinkoxyd und dieses mit der vom Kupfervitriol herrührenden Schwefelsäure schwefelsaures Zinkoxyd oder Zinkvitriol. Aehnlich wird bei der Grove'schen Batterie der gebildete Wasserstoff durch den Sauerstoff der concentrirten Salpetersäure oxydirt und so eine Gasablagerung am negativen Pole und eine Polarisation verhindert. Dasselbe findet auch bei den mit concentrirter Salpetersäure um die Kohle herum gefüllten Bunsen'schen Batterien statt. Werden die Bunsen'schen Batterien innerlich und äußerlich, also um das Zink und die Kohle herum, mit verdünnter Schwefelsäure gefüllt, so wird zwar der Wasserstoff nicht oxydirt, sondern an der Kohle frei, doch wird die Kohle dadurch nur sehr schwach polarisirt und der Strom also nur sehr wenig geschwächt. Das in der Batterie von Leclanché ausgeschiedene Ammonium wird vom Sauerstoff des Braunsteins (Manganhyperoxyd) lebhaft oxydirt. Bei der Smee'schen Batterie wird der Wasserstoff von dem das Silber überziehenden Platinmoor mechanisch aufgenommen und so die Polarisation ebenfalls fast ganz verhütet.

72. Was versteht man unter Galvanoplastik?

Eine praktische Anwendung der Elektrolyse ist die von Jacobi erfundene Galvanoplastik. Das in der Daniell'schen Kette niedergeschlagene metallische Kupfer ist ablösbar und

ein mikroskopisch genauer Abdruck vom Kupferpol der Kette. Man kann daher den galvanoplastischen Abdruck eines metallischen oder mit einem metallischen Ueberzuge versehenen Körpers erhalten, wenn man ihn zur negativen Polplatte eines mit Kupfervitriollösung gefüllten Daniell'schen Elementes macht. Sehr einfach ist folgender galvanoplastischer Apparat: Ein oben offenes, unten mit Schweinsblase dicht zugebundenes Glasgefäß wird mit verdünnter Schwefelsäure gefüllt, in welche ein auf einem Holzkreuze ruhendes Stück Zink zu liegen kommt. Dieses Gefäß wird in ein größeres mit Kupfervitriollösung gefülltes Gefäß so eingehängt, daß die Schweinsblase noch 4 bis 5 Centimeter über dem Boden des letzteren sich befindet. In die Kupfervitriollösung kommt die abzunehmende Form zu liegen, welche natürlich elektronegativer sein muß, als Zink. Sobald die Form mit dem Zink in leitende Verbindung gesetzt wird, beginnt das Niederschlagen des Kupfers auf die Form. Als Form einer galvanoplastisch zu vervielfältigenden Münze kann ein Abguß derselben aus leichtflüssigem Rose'schen Metall dienen, oder ein Abguß aus Wachs oder Stearin, welchen man mit einem dünnen (leitenden) Ueberzug von Graphit oder Kupferbronce versieht. Die Form wird in die Kupfervitriollösung so gelegt, daß die leitende Oberfläche nach oben gekehrt ist; der in die Kupfervitriollösung eingetauchte Kupferdraht wird mit Schellack oder Siegellack überzogen, damit sich auf demselben kein Kupfer niederschlage; blos wo er mit der Form in Verbindung ist, muß er metallische Oberfläche haben. Bei Anwendung zu kräftiger Elemente in der Galvanoplastik setzt sich das Kupfer als metallisches Pulver an.

Auf dieselbe Weise wie das Kupfer kann man auch Gold, Silber, Platin und andere Metalle galvanisch niederschlagen und dadurch andere Metalle vergolden, versilbern u. s. w. Der Niederschlag erfolgt gewöhnlich aus einer Lösung von Cyankalium mit Chlorgold oder Chlorsilber in Wasser.

73. Welche Lichterscheinungen erzeugt der galvanische Strom?

Beim Schließen und noch mehr beim Oeffnen des Schließungsdrahtes einer galvanischen Kette entsteht an der Unterbrechungs-

stelle ein Funken, der sich jedoch von dem durch Reibungselektricität entstehenden (Fr. 20) wesentlich unterscheidet. Der galvanische Funken ist klein und kann nur einen verhältnißmäßig kleinen Raum überspringen; zu seiner Hervorbringung gehört eine ziemlich starke Batterie. Man kann den Funken besonders gut beobachten, wenn man eine Feile mit einem Pole verbindet und mit einem Drahte, welcher den andern Pol bildet, darüber hinwegfährt. Lebhafte Funken mit einem knallartigen Geräusch erhält man, wenn man das Oeffnen und Schließen durch Eintauchen des Polardrahtes in Quecksilber und Herausziehen aus demselben bewerkstelligt. Die interessanteste Lichterscheinung durch den galvanischen Strom zeigt sich, wenn man einen starken Strom durch zwei einander zugekehrte Spitzen von dichter Kohle hindurchgehen läßt, wobei durch das helle Aufglühen der letzteren ein sehr intensives Licht entsteht. Wenn die Kohlenspitzen ein wenig von einander entfernt sind, so entsteht durch die vom positiven Pol zum andern übergehenden glühenden Kohlentheilchen ein herrlicher Licht- oder Flammenbogen.

74. Welche Wärmeerscheinungen erzeugt der galvanische Strom, und wozu läßt sich das Drahtglühen durch den galvanischen Strom verwerthen?

Jeder Körper wird durch einen durch ihn gehenden galvanischen Strom mehr oder weniger erwärmt, und zwar nimmt die Wärmeentwickelung einestheils in gleichem Verhältnisse mit dem Leitungswiderstande, anderntheils mit dem Quadrate der Stromstärke zu. Geht ein hinreichend starker Strom durch einen Metalldraht von verhältnißmäßig großem Widerstande hindurch, so bringt er denselben zum Glühen; ein und derselbe Draht zeigt bei gleicher Stromstärke auch stets dieselbe Glüherscheinung, welche Länge er auch habe.

Das Glühen eines Metalldrahtes durch den galvanischen Strom benutzt man mit Vortheil zum Felsensprengen; man legt in die Patrone einen dünnen, in einen Schließungsdraht eingeschalteten Draht ein, welcher beim Schließen der Kette in beliebiger Entfernung zum Glühen kommt und das Pulver

schnell und sicher entzündet. Die Zuleitungsdrähte müssen einzeln mit einer isolirenden Masse überzogen sein, insbesondere beim Sprengen unter Wasser. Das Entzünden des Pulvers mittels des galvanischen Stromes ist namentlich beim Sprengen großer Massen von Vortheil, weil eine Anzahl kleinerer Bohrlöcher, wenn sie genau gleichzeitig entzündet werden, dieselbe Wirkung hervorbringen, wie eine große Mine. Mehrere Bohrlöcher kann man aber gleichzeitig nur mittels Elektricität entzünden, wenn man alle Bohrlöcher in den Schließungsbogen einer und derselben Batterie bringt.

75. Was versteht man unter Thermoelektricität?

In einem blos aus guten Leitern (Metallen; ohne Flüssigkeiten) gebildeten Schließungskreise treten elektrische Ströme auf, sobald die Temperatur an verschiedenen Stellen, besonders an den Berührungs- oder Löth-Stellen der einzelnen Theile dieses Kreises, verschieden ist und die Wärme sich von diesen Stellen aus nach verschiedenen Richtungen hin ungleich fortpflanzt, wenn also die einzelnen Theile aus verschiedenen Metallen oder aus Stücken desselben Metalles von verschiedener Dichte und Härte bestehen. Bezüglich dieser thermoelektrischen Ströme (Thermoströme), welche 1823 zuerst von Thomas Johann Seebeck in Berlin beobachtet wurden, lassen sich die Metalle ebenfalls in eine Spannungsreihe einordnen.

76. Welche physiologische Wirkungen bringt die galvanische Elektricität hervor?

Der menschliche (und thierische) Körper oder ein Theil desselben empfindet, wenn er in den Schließungsbogen der elektrischen Kette eingeschaltet wird, sowohl beim Oeffnen, als beim Schließen der Kette Zuckungen und Schläge.

Sechstes Kapitel.

Vom Magnetismus und Elektromagnetismus.

77. Was versteht man unter einem Magnete?

Gewisse Eisenerze besitzen die Eigenschaft, Eisen (und einige andere Körper) anzuziehen; Eisenfeile oder kleinere Eisenstücke bleiben an ihnen hängen. Solche Eisenerze (Magneteisensteine) heißen natürliche Magnete. Nicht jedes Eisenerz ist von Natur magnetisch, wohl aber kann man es fast durchgängig magnetisch machen; auch Eisen und Stahl lassen sich in einen Magnet verwandeln; solche künstliche Magnete kann man von beliebiger Gestalt und Größe machen.

78. Was heißt magnetische Polarität?

Die beiden Enden eines Magnetes, welche das Eisen am kräftigsten anziehen, heißen die magnetischen Pole. Zwischen beiden Polen liegt die wirkungslose neutrale oder indifferente Zone. Die Pole sind nicht von gleicher Natur, sondern sie zeigen ein entgegengesetztes Verhalten gegen einen und denselben Pol eines zweiten Magnetes. Hiervon kann man sich am besten überzeugen, wenn man dem Magnet die Form einer um ihren Mittelpunkt leicht drehbaren Nadel (Magnetnadel) giebt. Nähert man einen und denselben Pol eines Magnetstabes den Polen dieser Magnetnadel, so zieht er den einen Pol der letzteren an und stößt den andern ab; umgekehrt stößt der zweite Pol des Magnetstabes beim Annähern den ersteren Pol der Magnetnadel ab und zieht den zweiten an. Diejenigen Pole zweier

Magnete, welche beide einen und denselben Pol eines dritten Magneten anziehen oder beide abstoßen, heißen **gleichnamig**. Es gilt also folgendes wichtige Gesetz: **Gleichnamige Pole stoßen sich ab, ungleichnamige ziehen sich an.**

Wenn man eine auf einer Spitze frei spielende Magnetnadel sich selbst überläßt, so nimmt sie, weil die Erde ebenfalls ein Magnet ist, stets eine bestimmte Stellung ein, und zwar zeigt die eine Hälfte nach Norden zu, die andere nach Süden; der nach Norden zeigende Pol der Magnetnadel heißt der **Nordpol**, der nach Süden gerichtete der **Südpol**. Eine durch die eingestellte Magnetnadel gelegte Verticalebene schneidet die Erdoberfläche in einem **magnetischen Meridian**. Nach dieser Bezeichnung läßt sich das oben angegebene Gesetz auch so ausdrücken: **Der Nordpol eines Magneten zieht den Südpol eines jeden anderen an; dagegen stoßen sich zwei Nordpole gegenseitig ab, eben so auch zwei Südpole.**

Von den sonstigen magnetischen Erscheinungen werden später noch einige zur Sprache kommen.

79. Wie geht die Erregung des Magnetismus vor sich?

Man nimmt an, jedes kleine Theilchen eines magnetisirbaren Körpers sei ein vollständiger Magnet; in einem nichtmagnetischen Körper haben aber diese Elementarmagnete eine ganz beliebige Lage, der eine ist mit seinem Nordpol dahin, der andere dorthin gerichtet; werden nun alle diese Magnetchen mit ihren gleichnamigen Polen gleichgerichtet, so wird der Körper magnetisch. Wenn ein Magnet z. B. einem Stück Eisen genähert wird, so tritt in letzterem eine **Vertheilung** des Magnetismus ein, alle Elementarmagnete erhalten gleiche Richtung, das Eisen wird selbst magnetisch und dann nach obigem Gesetze angezogen. Nach dem Entfernen des Magnetes drehen sich die Magnetchen im Eisen wieder beliebig und letzteres verliert den Magnetismus. Gehärteter Stahl dagegen vermag, wenn er magnetisch gemacht wird, den Magnetismus zum größten Theile zu behalten; diese Fähigkeit des Stahls heißt **Coercitivkraft**. Der Grad von Magnetismus, den ein Stahlmagnet nach sehr starker Magne-

tisirung behält, heißt Sättigung desselben. Unmagnetische Körper zwischen dem vertheilenden Körper und dem zu magnetisirenden stören die Vertheilung nicht.

Besser als durch Vertheilung erzeugt man Magnete durch Streichen mit Stahlmagneten. Dünnere Stahlstäbchen magnetisirt man einfach so, daß man das Stäbchen seiner ganzen Länge nach wiederholt in derselben Richtung mit demselben Pol eines kräftigen Magnetes streicht; noch wirksamer ist der Doppelstrich, bei dem man die eine Hälfte des Stäbchens, von der Mitte gegen das eine Ende hinfahrend, mit dem einen, die andere Hälfte in gleicher Weise mit dem andern Pole des Magnetes streicht. Das Ende der mit dem Nordpole gestrichenen Hälfte wird hierbei ein Südpol, das Ende der andern, mit dem Südpole gestrichenen Hälfte ein Nordpol.

Mehrere künstliche Magnete, mit den gleichnamigen Polen aufeinandergelegt, bilden ein magnetisches Magazin; steckt man jedes Ende eines solchen Bündels in ein Stück weiches Eisen (Armatur), so erhöht sich dessen Wirkung.

80. Worin besteht der Elektromagnetismus?

Unter Elektromagnetismus versteht man die gegenseitige Einwirkung der Elektricität und des Magnetismus auf einander, so wie die Erzeugung von Magnetismus durch den elektrischen Strom.

81. Welches ist die Grunderscheinung des Elektromagnetismus?

Zu Ende 1819 machte Professor Hans Christian Oersted in Kopenhagen *) die Beobachtung, daß eine Magnetnadel, in deren Nähe ein elektrischer Strom vorbeigeht, aus ihrer natürlichen Richtung abgelenkt wird; er fand, daß die Ablenkung verschieden ist, jenachdem der Strom über oder unter, auf der einen oder andern Seite der Nadel vorbeigeht, und daß bei

*) Nach einer Stelle in dem 1804 in Paris erschienenen Manuel du Galvanisme von Joseph Izarn scheint der Arzt Romagnesi in Trient damals schon die Ablenkung der Magnetnadel und eben so der Chemiker J. Mojon in Genua die Erregung von Magnetismus in einer nichtmagnetischen Nadel durch den elektrischen Strom gekannt zu haben.



Umkehrung des Stromes auch die Ablenkung eine entgegengesetzte wird. Gesetzt also, man habe einen nach Fig. 30 gebogenen Draht und es circulire in demselben ein (positiver) Strom in der Richtung der beigesetzten Pfeile von a nach b c d e f und g, so wird eine Magnetnadel, welche, über den Theil c d gehalten, in ihrer natürlichen Lage parallel mit c d ist, wenn der obere Pfeil nach Norden zeigt, nach dem Eintritte des elektrischen Stromes so abgelenkt, daß sich der Nordpol nach Osten hin bewegt (Fig. 31). Hält man die Nadel unter das Drahtstück c d, so wird das Nordende der Nadel nach Westen abgelenkt (Fig. 32). Ueber dem Drahtstücke e f, in welchem der Strom entgegengesetzt gerichtet ist, wird das Nordende der Nadel nach Westen, unter demselben nach Osten abgelenkt.

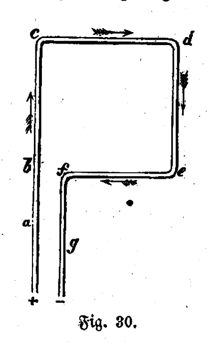


Fig. 30.

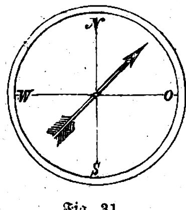


Fig. 31.

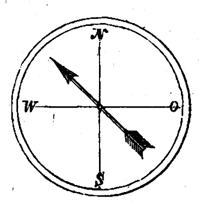


Fig. 32.

82. Läßt sich die Nadelablenkung im Voraus angeben?

Ja. Denkt man sich nämlich in den Leiter so hineingelegt, daß der positive Strom vom Kopfe zu den Füßen herabgeht und daß man der Magnetnadel immer das Gesicht zuwendet, so wird der Nordpol (d. h. das nach Norden zeigende Ende) derselben stets nach rechts abgelenkt.

83. Was ist ein Multiplicator?

Führt man den Draht (ähnlich wie Fig. 30 zeigt) erst über,

dann unter der Nadel nahe an derselben hin, so lenken beide Drahtstücke c d und e f die Nadel in gleichem Sinne ab. Umgiebt man ferner die Magnetnadel mit einer großen Zahl gegen einander isolirter Windungen, so wirkt der Strom in jeder einzelnen Windung auf die Nadel, die Gesammtwirkung wird also bedeutend verstärkt. Diese Verstärkung läßt sich aber nicht beliebig groß machen, weil sich bei einer und derselben Elektricitätsquelle durch Vermehrung der Windungen der Widerstand vergrößert, also die Stromstärke vermindert; auch wird durch Vermehrung der Windungen die Entfernung der äußeren Lagen von der Nadel vergrößert, also die elektromagnetische Wirkung immer geringer. Schon 1820 construirten Schweigger und Poggendorff nach diesen Grundsätzen den in Fig. 33 abgebildeten Multiplicator, bei welchem der mit Seide umsponnene (isolirte) Draht in vielen Windungen um die Nadel a b herumgeführt wurde, damit selbst ein schwacher Strom durch die Gesammtwirkung sämmtlicher Windungen eine Ablenkung der Nadel bewirken könne.

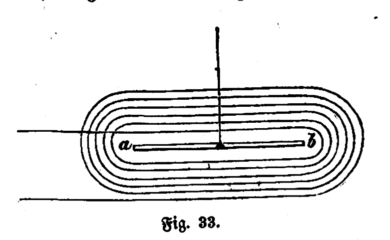


Fig. 33.

84. Wodurch wird eine Magnetnadel astatisch?

Eine astatische Magnetnadel (Fig. 34) wurde zuerst von Nobili in Florenz angewandt; sie besteht aus zwei parallelen Magnetnadeln, welche mit einander so verbunden sind, daß der Nordpol n der einen und der Südpol s der anderen nach derselben Seite hin liegen. Die Erde übt auf diese Verbindung fast gar keine Richtkraft aus, weil sie den Nordpol der einen

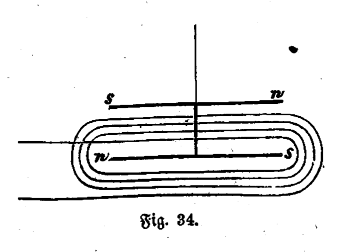


Fig. 34.

Nadel eben so stark anzieht, wie sie den Südpol der andern abstößt. Wird aber eine solche Nadel, so wie es Fig. 34 zeigt, in den Multiplicatordraht eingehängt, so wird sie um so leichter durch den Strom abgelenkt, weil der Strom beide Nadeln nach derselben Seite hin ablenkt und dabei auch nur jene sehr schwache Wirkung des Erdmagnetismus zu überwinden hat.

85. Was ist ein Galvanometer oder eine Bussole?

Der Multiplicator dient als Galvanometer zum Messen, als Galvanoskop (Bussole) zum Wahrnehmen schwacher galvanischer Ströme. In einem hölzernen Gehäuse (Fig. 35) mit einer großen Zahl darum gelegter isolirter Drahtwindungen ist eine (astatische) Magnetnadel parallel den horizontalen Windungen an einem feinen Coconfaden aufgehängt. Ein mit der Nadel verbundener Zeiger bewegt sich über einer getheilten Kreisscheibe und läßt die Größe der Ablenkung ablesen, welche die Nadel erfährt, wenn der Multiplicator mit den Drahtenden n und p in einen Stromkreis eingeschaltet wird. Für telegraphische Zwecke legt man die Achse des Galvanoskops gern horizontal, weil der Telegraphist dann die verticalstehende Nadel besser vor Augen hat.

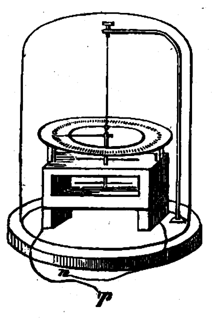


Fig. 35.

86. Was ist ein Magnetometer?

Ein Magnetometer besteht aus einem kupfernen Gehäuse mit darum gelegten Drahtwindungen; in diesem Gehäuse hängt an einem Faden ein mit einem kleinen senkrechten Spiegel versehener Magnetstab, welchen ein durch die Drahtwindungen gehender elektrischer Strom aus seiner natürlichen Lage ablenkt. Dem Spiegel gegenüber steht ein Fernrohr, und rechtwinklig zu dessen Achse steht eine Scala, deren Theilung man durch das Fernrohr im Spiegel sehen kann. Hat in Fig. 36 der Spiegel die Stellung ACB, so wird ein von dem Punkte T der (hier

der größern Bequemlichkeit wegen gekrümmten) Scala M M auf den Spiegel fallender Strahl in dem Einfallslothe C T nach dem bei F befindlichen Fernrohre zurückgeworfen. Dreht sich dagegen der Spiegel A C B in die Lage A_1 C B_1, das Einfallsloth C T um den Winkel T C D in die Lage C D, so erscheint

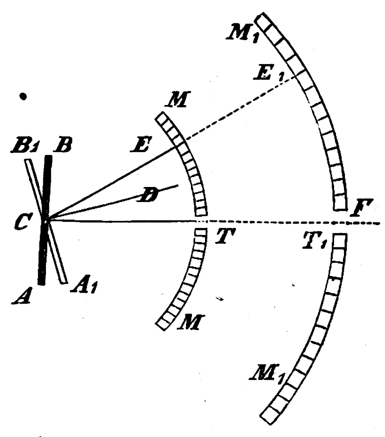


Fig. 36.

im Fernrohr bei F ein Punkt E der Scala, welcher nach den Spiegelungsgesetzen von C D um einen Winkel E C D = D C T, von C T aber um den Winkel E C T = 2. D C T = 2. B C B_1 abweicht. Dieser durch die Spiegelung verdoppelte Ablenkungs-Winkel läßt sich zugleich noch um so genauer auf der Scala ablesen, je weiter diese vom Spiegel entfernt ist; der Bogen T_1M_1 ist ja doppelt so groß als TM, wenn CT_1 = 2.CT ist.

87. Welche Rolle spielt der Dämpfer?

Das kupferne Gehäuse um den Magnetstab des Magnetometers nennt man einen Dämpfer, weil die Bewegung des Magnetstabes in diesem Kupfergehäuse Ströme erregt (Fr. 103), welche der Bewegung des Magnetstabes entgegenwirken, den-

selben also schnell wieder zur Ruhe bringen oder dessen Bewegung dämpfen.

88. Was ist eine Tangentenbussole?

Eine Tangentenbussole (Fig. 37) enthält einen Kupferring m, welcher unten aufgeschlitzt ist und dessen beide gegen einander isolirte Enden mit den Drähten r und s in Verbindung stehen. In der Mitte dieses Kupferringes von 30 Centimeter Durchmesser befindet sich über einem eingetheilten Kreise eine etwa 3 Centimeter lange horizontale Magnetnadel b, auf einer feinen Spitze ruhend oder an einem Coconfaden hängend. Verbindet man mit den Drähten r und s die beiden Pole einer Batterie, so durchläuft der Strom den Kupferring und lenkt die Magnetnadel ab. Diese Ablenkung der Magnetnadel durch einen kreisförmig um dieselbe herumgeführten Strom wird als Maß für die Stromstärke benutzt. Wird der Kupferring anfänglich so gestellt, daß er mit dem magnetischen Meridian zusammenfällt, daß also die Verlängerung der blos der Richtkraft der Erde ausgesetzten Magnetnadel beide Seiten des Ringes trifft, so wächst die Stromstärke in gleichem Verhältnisse mit der trigonometrischen Tangente des Winkels, um welchen der Strom die Nadel aus jener Anfangslage ablenkt. Bei kleinen Ablenkungen und wo es nicht auf große Genauigkeit ankommt, kann man die Stromstärke auch proportional dem Ablenkungswinkel selbst setzen.

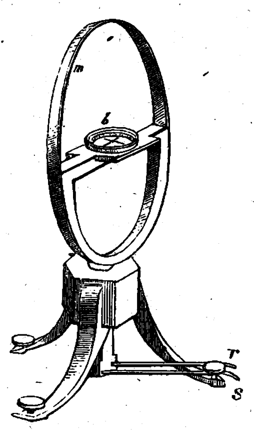


Fig. 37.

89. Worin liegt das Wesen der Sinusbussole?

Bei der Sinusbussole befindet sich die Magnetnadel in der Mitte eines mit einem Leitungsdrahte umwundenen verticalen Kreises, welcher um eine durch die Mitte der Nadel gehende

verticale Achse drehbar ist, sodaß man die Drehung dieses Kreises auf einem unteren, getheilten, festliegenden Kreise ablesen kann. Das Instrument wird zuerst so aufgestellt, daß die Ebene der Drahtwindungen in den magnetischen Meridian fällt, die Magnetnadel also auf dem Nullpunkte ihres Theilkreises steht; hat man abgelesen, wo der an der Achse des verticalen Kreises befestigte Zeiger steht, so sendet man den Strom durch die Drahtwindungen und dreht immer den verticalen Kreis so weit in derselben Richtung, in welcher die Nadel abgelenkt wird, bis die Nadel wieder in der Ebene der Windungen, also auf dem Nullpunkte, steht und stehen bleibt. Diese schließliche Ablenkung der Nadel aus dem magnetischen Meridian wird dann mittels jenes Zeigers wieder am unteren Theilkreise abgelesen, und es ist die Stromstärke dem Sinus dieses Ablenkungswinkels proportional.

90. Welche Wirkung äußert der elektrische Strom auf weiches, unmagnetisches Eisen und Stahl?

Der elektrische Strom wirkt nicht blos richtend auf Magnete, sondern vermag auch (was Arago 1820 entdeckte) in weichem Eisen und Stahl Magnetismus zu erzeugen. Dazu wickelt man am besten mit Wolle oder Seide umgebenen Draht spiralförmig um einen Stab oder um ein Hufeisen von Eisen oder Stahl und führt durch den Draht einen elektrischen Strom. Von besonderer Wichtigkeit für die Wissenschaft im Allgemeinen und für die Telegraphie im Besonderen ist es, daß der Stahl durch ein solches Verfahren nach und nach permanent magnetisch gemacht wird, während weiches, kohlenstofffreies Eisen den Magnetismus (fast) sogleich wieder verliert, wenn der elektrische Strom aufhört. Denkt man sich dabei so in den Strom hineingelegt, daß der (positive) Strom vom Kopfe zu den Füßen herabgeht, während man den Stab vor sich hat, so kommt der Nordpol des entstehenden Elektromagnetes nach rechts, der Südpol nach links zu liegen. — Die ersten (Hufeisen-) Elektromagnete stellte 1825 Sturgeon in Woolwich her.

Bezeichnet also in Fig. 38 (Seite 73) m ein hufeisenförmiges Eisen, um welches ein isolirter Draht in der bezeichneten

Weise gewunden ist (d. h. auf beiden Schenkeln des Hufeisens in einer rechts gewundenen Spirale) und tritt bei a der positive Strom ein, bei b aus, so entsteht nach obiger Regel beim Eintritte a ein magnetischer Südpol, beim Austritte b ein Nordpol. Der Eisenanker A wird daher angezogen und bleibt es, so lange der elektrische Strom durch die Spirale circulirt. Wird der Draht um die Schenkel des Hufeisens in links gewundenen Spiralen gewickelt und tritt der positive Strom ebenfalls bei a ein, so entsteht bei a ein Nordpol und bei b ein Südpol. Mit anderen Worten: Bei einer rechts gewundenen Spirale entsteht jedesmal an demjenigen Ende, an welchem der positive Strom eintritt, ein magnetischer Südpol, bei einer links gewundenen Spirale ein magnetischer Nordpol.

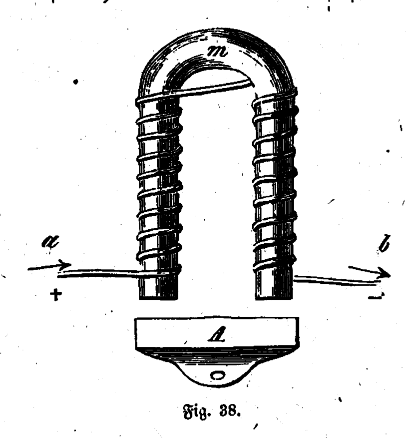


Fig. 38.

91. Aeußert Reibungselektricität auch magnetische Wirkungen?

Durch Reibungselektricität kann man Magnetnadeln ablenken, auch Stahlnadeln magnetisiren, wenn man Multiplicatoren mit sehr vielen, möglichst gut isolirten Windungen anwendet.

92. Welches ist die zweckmäßigste Form eines Elektromagnetes für telegraphische Zwecke?

Die gewöhnliche Form der Elektromagnete zeigt Fig. 39 (S. 74). Die eisernen Schenkel (Kerne) ii sind unten durch ein eisernes Querstück B mit einander verbunden; ihnen gegenüber liegt der Anker A, welcher von den Polen ii angezogen wird, wenn der Strom die auf die Schenkel aufgesteckten hölzernen

Spulen umkreist, auf welche der Draht von a bis c und von c bis b aufgewickelt ist. Diese Spulen mit den hölzernen Rändern sollen theils das Abrutschen des Drahtes von den Schenkeln verhindern, theils auch, bei etwaiger mangelhafter Isolirung einzelner Windungen, den Uebergang des Stromes von einer Windung zur andern auf geradem Wege verhüten. Das Eisen zu den Schenkeln der Elektromagnete für telegraphische Apparate soll ganz rein, weich und kohlenstofffrei sein, weil sonst etwas permanenter Magnetismus darin zurückbleibt, was zu mancherlei Störungen Veranlassung geben kann.

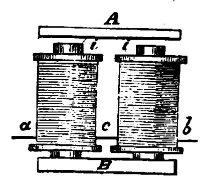


Fig. 39.

93. Was erhöht die Wirkung des Stromes auf das Eisen?

Das Vermögen einer Drahtspirale, zu magnetisiren, wächst mit der Zahl der Drahtwindungen und mit der Stärke des Stromes; man kann daher durch Vermehrung der Windungen und Verstärkung des Stromes auch den Magnetismus verstärken. Das Product, welches man durch Multiplication der Stromstärke mit der Windungszahl erhält, heißt die magnetisirende Kraft der Spirale. Die Weite der Windungen ist ohne Einfluß auf die Magnetisirung. Es giebt bei jedem Eisenstabe ein Maximum des Magnetismus (Sättigungszustand), welches nicht überschritten werden kann und bei sehr dünnen Stäben bald erreicht wird.

Die Anziehung des Ankers ist dem Quadrate des freien Magnetismus proportional, mit welchem der Magnet nach außen wirkt, z. B. auf eine Nadel. Der freie Magnetismus ist bei schwächeren Strömen nahezu der magnetisirenden Kraft proportional, und dann ist bei gleichlangen massiven Kernen die Anziehung dem Durchmesser proportional. Gälte jene Proportionalität allgemein, so müßte das Maximum des Magnetismus dem Quadrate des Durchmessers, also dem Querschnitte des Kerns, proportional sein. Stets wird die

Anziehung um so kleiner, je weiter der Anker vom Magnet entfernt ist.

94. Wovon hängt die Tragkraft der Elektromagnete ab?

Die Tragkraft (d. h. die Anziehung bei unmittelbarer Berührung zwischen Anker und Magnet) hängt einerseits von der magnetisirenden Kraft der Spirale, andererseits von den Dimensionen des Eisenkernes ab. Im Allgemeinen wächst die Tragkraft mit der Masse des Ankers und sie nähert sich einem Maximum, welches nahezu erreicht wird, wenn die Masse des Ankers der Masse des Eisenkerns des Elektromagnetes gleich ist. Man hat Eisenkerne von 8 bis 10 Centimeter Durchmesser und 30 bis 40 Centimeter Schenkellänge zu Magneten gemacht, welche über 2000 Pfund tragen konnten. Wenn bei vorgelegtem Anker der Strom unterbrochen wird, so hört der Magnetismus im Elektromagnet nicht ganz auf, sondern erst dann, wenn der Anker weggenommen wird.

95. Kann der Elektromagnetismus als Triebkraft dienen?

Da durch einfaches Schließen und Oeffnen einer elektrischen Kette eine kräftige Anziehung und Abstoßung eines Eisenankers erzeugt werden kann, so lag der Gedanke nicht fern, auf diese Weise eine Triebkraft zu erzeugen. Die ersten elektromagnetischen Motoren construirten Dal Negro in Padua (1834) und Jacobi in Petersburg (1834); ferner haben sich damit beschäftigt Wagner, Stöhrer, Page u. A., ohne indeß zu einem genügenden praktischen Resultate zu gelangen, besonders weil die Anziehung mit der Entfernung so schnell abnimmt und weil die Unterhaltung der elektromagnetischen Maschinen viel theurer ist, als die der Dampfmaschinen. Bei den meisten dieser Apparate zeigte sich der Umstand nachtheilig, daß das Eisen nicht im Stande ist, seine Pole so schnell zu wechseln, als man den elektrischen Strom in der Spirale umkehren kann, um so mehr, je größer die zu magnetisirende Eisenmasse ist. Stöhrer vermied diesen Nachtheil, indem er die Rotation eines Elektromagnetes, dessen Pole nicht gewechselt werden, durch den Polwechsel einer

elektrischen Spirale bewirkte, innerhalb welcher der Elektromagnet sich drehte.

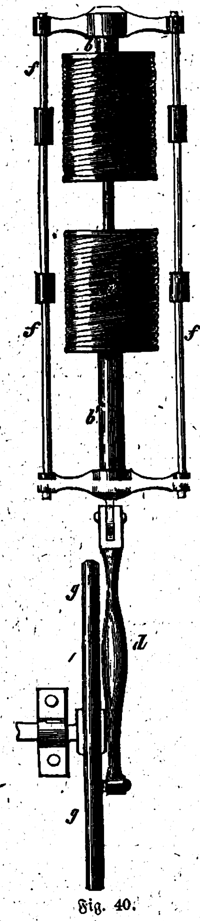


Fig. 40.

Die großen Hoffnungen, welche sich anfänglich an die Elektromotoren knüpften, wurden bald entmüthigt, so daß man selbst eine zweckmäßige Ausbildung ihrer einzelnen Theile versäumte. In neuester Zeit schenkte man ihnen und ihrer Ausbildung wieder mehr Aufmerksamkeit, suchte sie u. A. zum Betriebe von Nähmaschinen zu verwenden.

96. Wie ist der Elektromotor von Page construirt?

Der Apparat von Page in New-York (1850) ist in Fig. 40 abgebildet. a und a' sind zwei hohle Magnetisirungsspiralen, b und b' zwei Eisencylinder, deren Achsen in eine Gerade fallen und die durch eine in derselben Geraden befindliche Messingstange mit einander verbunden und durch Querhäupter an den Führungsstangen ff befestigt sind. Geht ein Strom durch die Spirale a, so wird der Eisencylinder b in dieselbe hineingezogen; wird dann der Strom in a unterbrochen und durch a' geleitet, so erfolgt die Bewegung in umgekehrter Richtung, indem alsdann b' in die Spirale a' hineingezogen wird. Mit dem nächsten Stromwechsel beginnt das Spiel von Neuem. Die so erzeugte hin- und hergehende Bewegung wird nun durch die bewegliche Triebstange d und das Schwungrad g g in eine rotirende umgewandelt. Noch einfacher ist es, die Stange b b' mit Führungen

zu versehen und die an dem Querhaupte bei b befestigten Stangen ff auf eine gekröpfte Schwungradswelle wirken zu lassen. Die Vorrichtung zum Stromwechsel (der Stromwender oder Commutator) ist an der Schwungradswelle angebracht. Solche Stromwender können sehr verschieden eingerichtet sein; später sollen einige bei den einzelnen Telegraphenapparaten näher beschrieben werden.

97. Welche Wirkung üben zwei galvanische Ströme auf einander aus?

Die von Ampère entdeckte Wirkung zweier Ströme auf einander ist verschieden je nach der Richtung, Entfernung, Stärke und Länge der Ströme. Ampère fand folgende (elektrodynamische) Gesetze:

1. Zwei parallele Ströme ziehen sich an, wenn sie beide gleiche Richtung haben, sie stoßen sich dagegen ab,

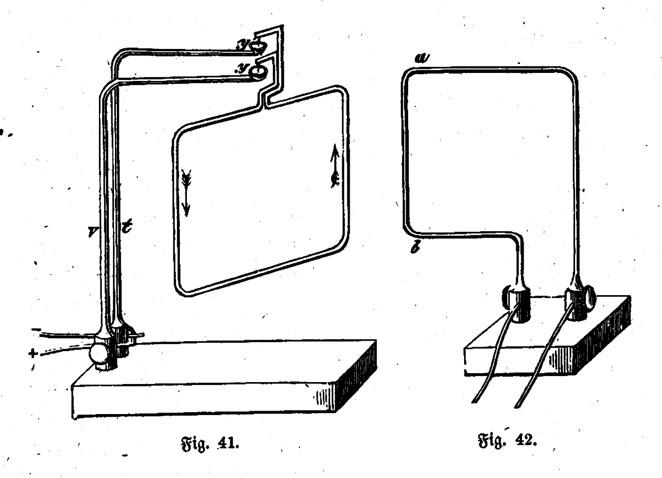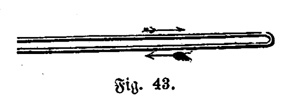


Fig. 41. Fig. 42.

wenn ihre Richtungen entgegengesetzt sind. Fig. 41 und 42 machen dies anschaulich. Die zwei gegen einander isolirten Metallständer v und t (Fig. 41) tragen oben die senkrecht über-

einander befindlichen Quecksilbernäpfchen y y, in welche die zugespitzten Enden eines zu einem Quadrat gebogenen Metalldrahtes eintauchen, so daß letzterer frei um die Spitzen drehbar ist. Der verticale Theil a b (Fig. 42) eines anderen geschlossenen Leiters läuft einer Seite des beweglichen Leiters parallel. Läßt man nun den Strom einer Batterie durch den beweglichen, den einer anderen Batterie durch den festen Leiter gehen, so wird, bei gleicher Richtung der Ströme in den einander zugekehrten senkrechten Theilen, der bewegliche Leiter angezogen. Wird dagegen einer der Ströme umgekehrt, so daß die beiden parallelen Ströme entgegengesetzte Richtung haben, so stoßen sie sich ab.

2. Laufen zwei parallele Ströme in einem nach Fig. 43 umgebogenen Drahte in entgegengesetzter Richtung dicht neben einander her, so ist ihre Wirkung auf einen beweglichen Leitungsdraht Null.


Fig. 43.

3. Gekreuzte Ströme sind solche, welche nicht parallel laufen, sie mögen sich in einem Punkte schneiden oder nicht; in letzterem Falle giebt es einen Punkt der kürzesten Entfernung beider Ströme. Zwei gekreuzte Ströme streben sich immer parallel zu stellen, um sich nach einer Richtung zu bewegen, oder mit anderen Worten: es findet Anziehung zwischen den Theilen des Stromes statt, welche wie a r und c r in Fig. 44 nach dem Kreuzungspunkte r hingehen, und dann wieder zwischen denen, welche wie r b und r d vom Kreuzungspunkte r abgehen. Abstoßung aber findet statt zwischen einem Strome a r, welcher sich nach dem Kreuzungspunkte r hin bewegt, und einem anderen r d, welcher von ihm weggeht; eben so stoßen c r und r b sich ab.

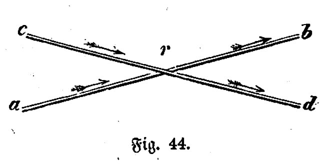


Fig. 44.

4. Aus den erwähnten Sätzen geht auch hervor, daß ein Strom, welcher einen Winkel a b c (Fig. 45) bildet, ein Bestreben hat, den Draht zurückzubiegen und sich in eine gerade Linie zu stellen. In Folge der Abstoßung zwischen a b und b c hat nämlich b c das Bestreben, sich in die Verlängerung von a b zu stellen.

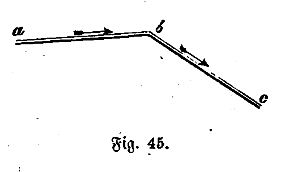


Fig. 45.

98. Als was kann man nach dem Ampère'schen Gesetze einen elektrischen Strom und einen Magnet betrachten?

Die Wirkung, welche zwei Stromelemente auf einander ausüben, kann man sich dadurch versinnlichen, daß man jedes durch ein kleines Magnetstäbchen ersetzt denkt, welches rechtwinklig auf der Stromrichtung steht, und welches seinen Nordpol links, seinen Südpol rechts von derselben liegen hat. Diese beiden Magnetstäbchen werden dieselbe anziehende und abstoßende Wirkung auf einander ausüben, wie die Stromelemente, statt deren sie gesetzt wurden.

Nach Ampère's Theorie kann man ferner jeden Magnet als ein System von unter sich parallelen, die einzelnen Theilchen des Magnetes umkreisenden elektrischen Strömen betrachten, durch deren Anziehung und Abstoßung die Erscheinungen des Magnetismus vollständig erklärt werden können.

Die in Fr. 79 erwähnte Vertheilung des Magnetismus zum Beispiel wäre dann als eine Gleichrichtung dieser Ampère'schen Ströme aufzufassen, von denen man sich jedes Theilchen eines Eisen- oder Stahlstabes umflossen denken kann. Bei hartem Stahl erfolgt diese Gleichrichtung schwieriger und langsamer, aber dann bleibend; bei weichem Eisen lassen sich die Ströme zwar schnell und leicht gleichrichten, sie verlieren aber auch die gleiche Richtung bei Beseitigung der vertheilenden Ursache sehr bald wieder.

Siebentes Kapitel.

Von der elektro-elektrischen und magneto-elektrischen Induction.

99. Was ist ein inducirter oder Inductionsstrom?

Befindet sich in der Nähe eines Stromkreises (des Hauptdrahtes) ein geschlossener Draht, so entsteht in diesem in dem Augenblicke, wo ein Strom (der primäre oder inducirende Strom) den Hauptdraht zu durchlaufen beginnt, ein momentaner Strom von entgegengesetzter Richtung, dagegen im Augenblicke des Aufhörens des Stroms im Hauptdrahte ein momentaner gleichgerichteter Strom. Ein auf solche Weise in einem geschlossenen Drahte erregter Strom heißt elektro-elektrischer Inductionsstrom. Faraday entdeckte diese Induction 1830.

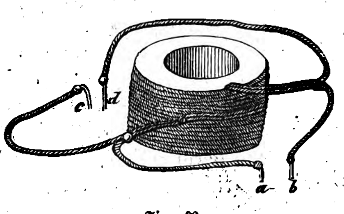


Fig. 46.

Bindet man zwei isolirte Drähte in ihrer ganzen Länge zusammen, wickelt sie auf eine Holzspule, wie es Fig. 46 zeigt, und verbindet man die beiden Enden a und b des einen Drahtes mit den Polen einer Batterie, die Enden c und d des anderen Drahtes mit einem Galvanometer, so zeigt der Ausschlag der Magnetnadel im Momente

des Batterieschlusses einen entgegengesetzten, dagegen bei Oeffnung der Batterie einen gleichgerichteten Strom in dem Drahte mit den Enden c d an, obgleich der Strom der Batterie nicht auf diesen Draht übergehen kann. Ganz entsprechende Wirkungen erhält man im Augenblick der Verstärkung oder Schwächung eines vorhandenen, dauernden Stroms.

Wenn man ferner den ursprünglichen Strom dauernd durch seinen Draht hindurchgehen läßt und einen zweiten geschlossenen Draht diesem abwechselnd nähert und von demselben wieder entfernt, so entsteht im Augenblicke der Annäherung im zweiten Drahte ein entgegengesetzt gerichteter, im Augenblicke der Entfernung ein gleich gerichteter Strom. Geschieht die Annäherung oder Entfernung ruckweise, so entsteht bei jeder Aenderung der Entfernung beider Drähte ein Inductionsstrom, so daß letzterer gleichsam so lange andauert, bis die größte Näherung oder Entfernung vollbracht ist.

100. Zeigen die Inductionsströme physiologische Wirkungen?

Die Inductionsströme bringen sehr kräftige physiologische Wirkungen hervor. Will man den Inductionsstrom durch den Körper gehen lassen, so braucht man die Enden der Neben- oder Inductionsspirale nur mit metallenen Handgriffen zu versehen und diese mit etwas befeuchteten Händen anzugreifen. Bei jeder Oeffnung und Schließung des Hauptstromes erhält man dann einen Schlag (vgl. Fr. 76).

101. Was ist ein magnetischer Hammer oder Inductionsapparat?

Um die Inductionsströme recht fühlbar zu machen, muß man das Oeffnen und Schließen des Hauptstromes in sehr schneller Aufeinanderfolge bewerkstelligen. Man hat zu dem Zwecke verschiedene Apparate construirt, deren einer der magnetische, Neef'sche, oder (nach seinem Erfinder) Wagner'sche Hammer heißt und in Fig. 47 abgebildet ist. Auf einem Brete AB ist in einem Rahmen eine Drahtspirale befestigt, in welcher ein Cylinder von weichem Eisen b steckt und deren

Drahtenden mit den Metallklemmen 1 und 2 verbunden sind. Der mit der Klemme 1 leitend verbundene Hammer a von weichem Eisen ist auf dem federnden Metallbleche c d so befestigt, daß er im Ruhezustande vermöge der Federkraft an dem Plättchen h anliegt. Werden nun die Pole einer Batterie einerseits

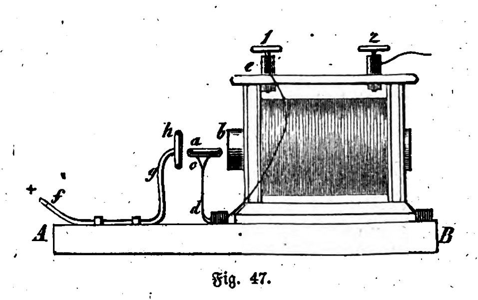


Fig. 47.

durch den Draht fg mit der Platte h, andererseits mit der Klemme 2 in Verbindung gesetzt, so geht der Strom von h durch den Hammer nach d und e, hierauf durch die Drahtspirale und zurück zur Batterie. Der dadurch magnetisch gemachte Eisencylinder b zieht den Hammer a an, was eine Unterbrechung des Stromes zwischen h und a zur Folge hat. Mit dem Aufhören des Stromes verschwindet auch der Magnetismus im Eisencylinder b, der Hammer legt sich wieder an h an, stellt dadurch den Strom wieder her, und der Hammer wird von Neuem angezogen u. s. f., so daß das Oeffnen und Schließen der Kette von selbst in sehr rascher Aufeinanderfolge vor sich geht. Ist nun auf der Holzspule eine zweite isolirte Drahtspirale aufgewickelt, und hält man die mit metallenen Handgriffen versehenen Enden derselben in den befeuchteten Händen, so üben die sehr schnell auf einander folgenden Inductionsströme während des Spieles des Hammers eine sehr kräftige, erschütternde Wirkung auf den Körper aus. Schiebt man in die Inductionsspirale statt eines massiven Eisenkernes ein Bündel schwacher, mit Lack überzogener Eisenstäbe, so werden die physiologischen Wirkungen noch bedeutend verstärkt.

102. Was ist ein Extrastrom?

Verbindet man unter Weglassung der zweiten Drahtspirale (Fig. 47) die Handhaben mittels Drähten mit den Klemmen 1 und 2, so bleibt nach Unterbrechung des Stromes die Spirale durch den menschlichen Körper geschlossen, welcher die Handhaben faßt, und dieser erhält im Moment der Oeffnung der Kette einen mehr oder weniger heftigen Schlag; der diesen Schlag veranlassende sogenannte Extrastrom entsteht in der Spirale beim Aufhören des Hauptstromes.

Zur Hervorrufung eines inducirten Stromes ist es nämlich nicht erforderlich, daß der Draht, in welchen der Strom inducirt werden soll, von dem Hauptdraht getrennt sei, sondern ein jeder Strom wirkt auch auf seinen eigenen Draht, den er durchläuft, ganz so inducirend, wie auf einen benachbarten Leiter. Wie nämlich ein Batteriestrom in dem Augenblicke des Schließens der Batterie in dem benachbarten Leiter einen Inductionsstrom von entgegengesetzter Richtung, in dem Momente des Oeffnens der Batterie aber einen Strom von gleicher Richtung inducirt, so ruft auch ein jeder Strom in dem Augenblicke seines Entstehens (beim Schließen der Batterie) in seinem eigenen Leitungsdrahte einen Inductionsstrom hervor, der ihm selbst entgegengesetzt gerichtet ist und daher ihn schwächt. Beim Oeffnen der Kette aber entsteht mit dem Verschwinden des Hauptstromes wieder in dem eigenen Leiter ein Inductionsstrom von gleicher Richtung mit dem Hauptstrome, der darum den letzteren verstärkt. Aus diesem Grunde ist auch jeder galvanische Schlag, den der menschliche Körper beim Schließen einer Batterie empfindet, oder der begleitende Funken weit schwächer, als der sogenannte Oeffnungs- oder Trennungsschlag oder der Trennungsfunken.

Um der Entstehung des Extrastroms vorzubeugen, wickelt Dr. Siemens seine Widerstandsrollen bifilar d. h. aus zwei mit einander aufgewickelten Drähten, welche der Strom in entgegengesetzten Richtungen durchläuft.

103. Was versteht man unter Magneto-Induction?

Da nach dem Ampère'schen Gesetze jeder Magnet als ein System permanenter Kreisströme betrachtet werden kann, so muß auch ein Inductionsstrom in einem geschlossenen Drahte entstehen, wenn man einen Magnet demselben nähert oder von demselben entfernt. Man kann dies leicht nachweisen, wenn man in die Höhlung einer Drahtrolle, Fig. 48, deren Enden m und n man durch ein Galvanometer verbindet, einen Magnet a b hinein, oder aus derselben heraus bewegt. Gleichzeitig mit der Bewegung des Magnetes entsteht, wie das Galvanometer zeigt, in der Drahtrolle ein inducirter Strom, welcher magneto-elektrischer Inductions-Strom (Faraday 1831) genannt wird. Der Strom, welcher durch die Annäherung des Magnetes entsteht, ist dem bei Entfernung des Magnetes entstehenden entgegengesetzt.

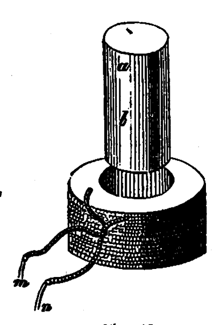


Fig. 48.

Man kann den Versuch zur Erzeugung magneto-elektrischer Ströme mannigfach abändern. Steckt man nach Fig. 49 die Schenkel eines hufeisenförmigen weichen Eisens c auf zwei mit einander verbundene Inductionsrollen, deren Windungen so sein müssen, daß ein durch dieselben hindurchgehender Strom in m und n entgegengesetzte magnetische Pole erzeugen würde, und nähert man die Pole a und b eines Stahlmagnetes jenem Hufeisen, so wird letzteres magnetisch und erregt dabei in den Spiralen einen Inductionsstrom. Durch die Entfernung beider Hufeisen entsteht ein entgegengesetzt gerichteter Strom.

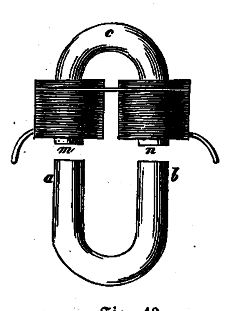


Fig. 49.

Hält man den Stahlmagnet a b fest, und dreht man das Hufeisen c mit den Drahtspiralen so, daß die vier Pole immer nahe an einander vorbeigehen, so wird, während m von a und n von b sich entfernt, in den Drahtwindungen der geschlossenen Spirale ein Strom inducirt, dessen Richtung während einer halben Umdrehung sich nicht ändert, dessen Stärke aber veränderlich ist; sobald die zweite halbe Umdrehung beginnt, ändert der Strom seine Richtung und behält dieselbe bis nach Vollendung der zweiten halben Umdrehung, bis also wieder m über a und n über b steht. Die Richtung der Ströme muß in der angegebenen Weise wechseln, weil das Entfernen von a einen Strom in derselben Richtung inducirt, wie das Annähern an den entgegengesetzten Pol b.

104. Was ist eine Magneto-Inductionsmaschine?

Eine Magneto-Inductionsmaschine ist eine Maschine, mittels welcher ein Paar zusammenhängende Drahtrollen mit weichen Eisenkernen vor den Polen eines starken Stahlmagnetes (oder umgekehrt) in schnelle rotirende Bewegung versetzt werden können, um damit schnell auf einander folgende Inductionsströme zu erzeugen. Verschiedene solche Maschinen wurden von Saxton, Clarke, Ettingshausen, Petrina u. A. angegeben; besondere Verdienste um die Verbesserung derselben hat sich Stöhrer erworben.

In England benutzt man zur Erzeugung magneto-elektrischer Ströme häufig einen horizontal liegenden Stahlmagnet, auf dessen Schenkelenden die Inductionsrollen aufliegen. Werden letztere mittels eines Hebels plötzlich vom Magnet losgerissen, so entsteht in den Drahtrollen ein Inductionsstrom; eben so ein entgegengesetzter beim Niederlassen der Rollen.

Die Inductionsströme äußern natürlich auch eine Wirkung auf die permanenten Magnete der Inductionsmaschine und verstärken bei geeigneter Richtung deren Magnetismus. Diese Wechselwirkung macht aber bei entsprechend rascher Drehung der Inductoren die permanenten Magnete ganz entbehrlich und gestattet, sie durch einen Elektromagnet zu ersetzen, in dessen

Kernen (sei es durch einen kurzen und schwachen galvanischen Strom, sei es durch Induction durch den Erdmagnetismus oder eine kurzdauernde Annäherung eines Stahlmagnetes) eine kleine Menge freier Magnetismus erregt wird.

105. Wie ist Stöhrer's Inductionsmaschine construirt?

Die magneto-elektrische Rotationsmaschine von Stöhrer besteht in ihrer einfachsten Form aus einem starken Stahlmagnet und zwei Drahtrollen mit Eisenkernen, die mit einem Querstück von Eisen an einer zwischen den Schenkeln des Stahlmagnetes hindurchgehenden Welle sitzen, dergestalt, daß beim Rotiren der letzteren die Enden der Eisenkerne dicht an den Polen des Stahlmagnetes vorbeigehen. Da nun bei jeder ganzen Umdrehung der Welle zwei entgegengesetzt gerichtete Ströme entstehen, und es in den meisten Fällen wünschenswerth ist, gleichgerichtete Ströme zu haben, so ist auf der Welle eine Vorrichtung, Commutator genannt, angebracht, mittels deren die Ströme in gleichgerichtete umgewandelt und zur bequemen Fortleitung geschickt gemacht werden. Fig. 50 zeigt diese Vorrichtung im Durchschnitt und Fig. 51 in perspectivischer Ansicht. Auf das Messingrohr m m sind zwei halbe Stahlringe 2 und 3 so aufgelöthet, daß sie sich genau gegenüberliegen und die Enden sich etwas überragen. In dem Rohre m und von demselben durch ein dünnes isolirendes (in Fig. 50 schwarz gezeichnetes) Buchsbaumrohr getrennt, steckt ein zweites Messingrohr n n, welches aus dem Rohre m an beiden Seiten hervorragt. Auf den Vorsprüngen o o dieses Rohres sind ebenfalls zwei gegenüberliegende halbe Stahlringe 4 und 1, dem ersten Paar 2 und 3 entsprechend, befestigt. Das eine Drahtende der Spiralen ist mit dem Ringe 1, das andere mit dem Ringe 2

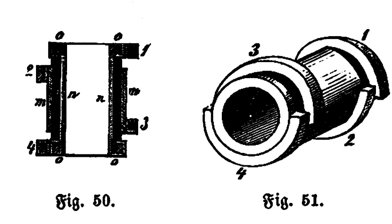


Fig. 50. Fig. 51.

fest verbunden. Zwei flache, dünne Stahlfedern, welche vorn so ausgeschnitten sind, daß sie zweizinkige Gabeln bilden, sind an dem Gestelle der Maschine so angebracht, daß ihre vorderen, geschlitzten Enden die Stahlringe leicht berühren und zwar so, daß die eine Gabel den Halbring 1 und gleichzeitig die andere den Halbring 3, oder erstere den Halbring 2 und letztere den Halbring 4 berührt. Durch diese Vorrichtung wird den Inductionsströmen eine gleiche Richtung gegeben. Denn wenn nach einer halben Umdrehung die Gabeln von 1 und 3 auf 2 und 4 überspringen, so wird der Strom dadurch offenbar umgekehrt; da aber gleichzeitig auch die Richtung des Stromes in den Rollen wechselt, so hat der Strom außer den Rollen (d. h. in dem zwischen den beiden Gabeln gelegenen Theile seines Schließungskreises) wieder die vorige Richtung. Eine zweimalige Umkehrung der Stromrichtung stellt ja die ursprüngliche Richtung wieder her.

Stöhrer hat sehr große magneto-elektrische Rotationsmaschinen mit sechs und mehr starken Stahlmagneten ausgeführt, bei denen also die erzeugten Inductionsströme viel schneller auf einander folgen (vgl. Fr. 136).

Achtes Kapitel.

Anwendung des Galvanismus auf die Telegraphie. Chemische Telegraphen.

106. Wie war der galvanische Telegraph von Sömmering construirt?

Nach Entdeckung der galvanischen Elektricität construirte zuerst Samuel Thomas von Sömmering im Juli 1809 einen Telegraphenapparat, worin mittels der Zersetzung des Wassers durch den galvanischen Strom Zeichen gegeben wurden. Es waren eben so viel Leitungsdrähte (27) wie Buchstaben im Alphabet vorhanden, und je zwei derselben konnten mittels einer Claviatur mit den Polen einer Volta'schen Säule verbunden werden. An der entfernten Station befand sich in einem Wasserbehälter über dem vergoldeten Ende eines jeden Leitungsdrahtes ein umgestürztes, mit Wasser gefülltes Gläschen. Sobald nun durch das Niederdrücken zweier Tasten die Kette geschlossen wurde, entstand in zweien der mit Buchstaben bezeichneten Gläschen auf der entfernten Station eine Gasentwickelung, und es wurden hierdurch zugleich zwei Buchstaben telegraphirt, von denen der als der erste galt, bei welchem die Wasserstoffentwickelung vor sich ging. Da bei der Wasserzersetzung dem Raume nach doppelt so viel Wasserstoff entwickelt wird, als Sauerstoff, so konnte eine Verwechselung in der Reihenfolge nicht leicht vorkommen. Später entwickelte Sömmering den Sauerstoff stets in demselben Gläschen und telegraphirte durch die Wasserstoffentwickelung

blos je einen Buchstaben auf einmal. Auch hatte Sömmering mit seinem Apparate einen Wecker verbunden, welcher anfänglich ein Schaufelrädchen, später einen waagrechten Hebel enthielt, der eine bei Aenderung der waagrechten Lage leicht herabfallende Kugel trug. Der eine Arm dieses Hebels hatte einen unten glockenförmig ausgehöhlten Ansatz, welcher unter Wasser über dem Ende eines Leitungsdrahtes hing. Sobald nun die Gasentwickelung unter dieser Glocke stattfand, wurde dieselbe gehoben und der Hebel aus der horizontalen Lage gebracht, so daß dann die Kugel herabfallen mußte, welche das Lärmzeichen zu geben hatte. Sömmering scheint endlich schon 1809 daran gedacht zu haben, den Draht mit Kautschuklösung zu überziehen, um ihn dann durchs Wasser führen zu können.

107. Wer vervollkommnete die chemischen Telegraphen?

Schweigger hielt zwei Drähte für ausreichend, um alle erforderlichen Zeichen zu geben, indem er zwei Volta'sche Säulen von verschiedener Stärke anwenden und die Zeit zwischen den einzelnen Gasentwickelungen in Betracht ziehen wollte. Der von Prof. Coxe in Philadelphia 1810 gemachte Vorschlag, die zersetzende Wirkung der galvanischen Elektricität auf verschiedene Salze zur Zeichengebung zu benutzen, ist eben so wenig wie der von Schweigger zur praktischen Anwendung gekommen. Edward Davy, welcher 1838 die telegraphischen Zeichen auf einem mit Metallsalzen (Jodkalium und Stärke) getränkten Papier oder Kattun entstehen ließ; T. J. Baggs, welcher 1841 unter Anderm Ferrocyankalium (gelbes Blutlaugensalz) mit salpetersaurem Natron anwandte; Alex. Bain, dessen Telegraph in England und Amerika in Gebrauch kam; ferner Bakewell, Gintl und Stöhrer vervollkommneten die chemischen Telegraphen zwar wesentlich, vermochten aber nicht sie dauernd in Betrieb zu erhalten. Die Copirtelegraphen (s. vierzehntes Kapitel) sind vorwiegend chemische Telegraphen.

108. Wie versuchte Vorßelmann de Heer einen physiologischen Telegraphen herzustellen?

Der physiologische Telegraph, welchen Vorßelmann

De Heer 1839 im Kleinen ausführte, hatte auf jeder Station zwei Abtheilungen von je zehn (fünf oberen und fünf unteren) metallenen Tasten, wovon in Fig. 52 eine Abtheilung dargestellt ist. Jede obere Taste war mit der zugehörigen unteren durch einen Metallbügel I, II u. s. w. verbunden; jede Taste konnte jedoch einzeln niedergedrückt und dadurch mit dem vorderen senkrechten Theile in ein Quecksilbergefäß P oder N eingetaucht werden; wie aus der Abbildung zu ersehen ist, waren deshalb die unteren Tasten mit entsprechenden Löchern versehen. Das Gefäß N der ersten Tastenabtheilung stand mit dem Gefäße P

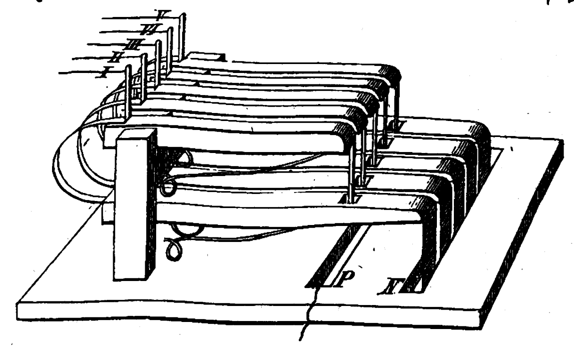


Fig. 52.

der zweiten (in der Abbildung nicht angegebenen), dagegen das Gefäß P der ersten mit dem Gefäße N der zweiten Tastenabtheilung in leitender Verbindung. P und N waren mit den Polen der Batterie verbunden; endlich waren die Metallbügel I, II u. s. w. der einen Station mit den entsprechenden Bügeln der andern Station durch die Leitungsdrähte in Verbindung gesetzt.

Wer eine Nachricht durch diesen Apparat erhalten wollte, sollte seine zehn Finger auf die zehn oberen oder auf die zehn unteren Tasten legen; wurden dann auf der entfernten Station gleichzeitig zwei Tasten niedergedrückt, so ging der Strom von dem einen Batteriepole in den mit der ersten niedergedrückten Taste verbundenen Leitungsdraht, durch zwei Finger des Zeichen=

empfängers nach dem andern, mit der zweiten niedergedrückten Taste in Verbindung stehenden Leitungsdraht und zurück zum andern Pole der Batterie. Wollte man nun gleichzeitig die Erschütterung mittheilen: 1) einem Finger der linken und einem Finger der rechten Hand, so müßte man gleichzeitig eine der links liegenden und eine der rechts liegenden Tasten, die jedoch in derselben Reihe (der unteren oder oberen) liegen müssen, niederdrücken; wollte man dagegen die Erschütterung durch 2) zwei Finger der rechten Hand oder 3) zwei Finger der linken Hand senden, so müßte man gleichzeitig eine untere und eine obere Taste, entweder der rechten oder der linken Abtheilung, niederdrücken; doch dürften dies nicht zwei senkrecht über einander liegende Tasten sein, weil sonst der Strom sogleich in der Abgangsstation wieder zum andern Batteriepole zurückkehren und nicht in den Leitungsdraht eintreten würde. Durch die Erschütterungen unter Nr. 1 können 25, durch die unter Nr. 2 und 3 je 10, also zusammen 45 Zeichen gegeben werden. Der Zeichengebende muß seidene Handschuhe anziehen, damit nicht die Batterie durch seine eigenen Finger hindurch kurz geschlossen wird.

So lange nicht telegraphirt wird, werden die fünf Tasten einer jeden Claviatur metallisch verbunden und von ihnen zwei Drähte nach zwei Metallplatten geführt, welche an irgend zwei unbedeckte Theile des Körpers gelegt werden, damit ein durch diesen geleiteter Strom auch bei Entfernung vom Apparate als Einladung zur Correspondenz empfunden werden kann.

Ein solcher physiologischer Telegraph wäre nicht nur zu kostspielig (weil er zehn Drahtleitungen erfordert), und unbequem zu handhaben, sondern auch nicht hinreichend zuverlässig; bei schnellerem Arbeiten tritt nämlich leicht eine Verwechselung der Finger ein, ferner wird der Körper erfahrungsgemäß nach und nach unempfindlich für schwächere Erschütterungen, häufige starke Erschütterungen aber wirken nachtheilig auf das Nervensystem.

109. Was versteht man unter chemischen Schreibtelegraphen?

Die chemischen Schreibtelegraphen lassen die Schriftzeichen durch die chemische Zersetzung eines flüssigen Körpers

mittels des elektrischen Stromes entstehen. Gewöhnlich tränkt man Papier mit einer farblosen Flüssigkeit, die durch den elektrischen Strom in deutlich gefärbte Bestandtheile zerlegt wird und hinreichend empfindlich ist, d. h. durch sehr schwache Ströme noch zersetzt wird; blausaures Kali z. B. erscheint nach der Zersetzung blau, Jodkalium braun.

Zum Tränken der Papierstreifen für den chemischen Schreibapparat wurden empfohlen: 1 Theil Jodkalium, 20 Theile dicker Stärkekleister, 40 Theile Wasser; oder 7 Th. Cyankalium, 45 Th. Wasser, 1 Th. Salzsäure, 16 Th. gesättigte Kochsalzlösung (wobei jedoch der Schreibstift des Tasters aus Eisen sein muß); oder 5 Th. gelbes Blutlaugensalz, 150 Th. salpetersaures Ammoniak, 100 Th. Wasser. Das Jodkalium ist so empfindlich, daß man bei seiner Anwendung mit dem chemischen Schreibapparat über 100 Meilen weit direct sprechen kann.

110. Wie war der chemische Telegraph von Davy eingerichtet?

Der 1838 patentirte chemische Schreibtelegraph von Davy enthielt eine mit einem chemisch präparirten Zeuge überzogene Walze, deren Oberfläche durch Längen- und Querlinien in kleine Quadrate abgetheilt war. Diese Walze war durch acht Drähte derart in den Stromkreis einer auf der Empfangs-Station aufgestellten Batterie eingeschaltet, daß man durch die Zersetzung der chemischen Stoffe in dem einen oder dem andern Quadrate deutlich wahrnehmbare Striche entstehen lassen konnte, welche die Buchstaben bezeichnen sollten. Die verwickelte Art und Weise, wie dies unter Mithilfe von Elektromagneten und Multiplicatoren geschah, hätten diesen Telegraphen unausführbar gemacht, wenn auch nicht vier Leitungsdrähte für ihn zwischen den beiden Stationen erforderlich gewesen wären. Dagegen war dieser Telegraph einer der ersten, bei welchen durch ein mit dem Elektromagnet-Anker verbundenes Echappement ein durch ein Gewicht getriebenes Uhrwerk abwechselnd ausgelöst und wieder gehemmt wurde, um dadurch die erwähnte Walze in schrittweise Umdrehung zu versetzen.

111. Welche Einrichtung hatte Gintl's chemischer Telegraph?

Der chemische Schreibtelegraph des österreichischen Telegraphendirectors W. Gintl war längere Zeit in Wien in Gebrauch. Ein Triebwerk führte den angefeuchteten, getränkten Streifen über einem halbrunden Metallsteg und unter einem spitzen Metallstift hinweg, welche beide in den Stromkreislauf eingeschaltet waren; so oft und so lange durch einen Morse-Taster (vgl. Fr. 160) beim Telegraphiren der Stromkreis geschlossen wurde, entstand ein farbiges telegraphisches Zeichen auf dem vom Strome mit durchlaufenen Streifen; aus diesen farbigen Punkten und Strichen wurde das Alphabet zusammengesetzt. Sollen die Zeichen auf der oberen Seite des Papierstreifens entstehen, so muß der (positive) Strom vom Stift auf den Steg übergehen, da sich das elektro-negative Jod an der Anode ausscheidet. Trotz seiner Einfachheit hatte dieser Telegraph mehrere Mängel, welche seiner Ausbreitung im Wege standen; wird nämlich der Streifen trocken, so kann man gar nicht telegraphiren, da trockenes Papier den Strom nicht leitet; außerdem hat man keine hörbaren Zeichen, die sichtbaren werden leicht klerig und verschwimmend und die herabtröpfelnde Flüssigkeit verunreinigt die Apparate.

112. Welche Einrichtung gab Stöhrer seinem elektrochemischen Doppelstift-Schreibapparat?

Der elektrochemische Doppelstift-Schreibapparat von Stöhrer, einer der vollkommensten chemischen Telegraphen, arbeitete im December 1852 zwischen Leipzig und München. Seine Hauptttheile waren der Commutator A (Fig. 53 und 54), das Triebwerk W, das Schreibwerk C, die Annetzvorrichtung B und das Glockenwerk D.

Der Commutator A besteht aus zwei messingenen Tasten $a\, a_1$, welche in gleicher Weise angeordnet sind wie bei dem elektromagnetischen Doppelstiftapparat von Stöhrer (Fr. 170). Die Stahlfeder l unter den Tasten ist mit dem Kupferpole K, das Messingstück d mit dem Zinkpole Z der Telegraphirbatterie verbunden, die linke Taste mit der Erde E und die rechte Taste

durch den Elektromagnet M hindurch mit dem Messingständer m_1 oder dem messingenen Schreibhebel s_1 und mit der in Fig. 54 punktirt angedeuteten Metallfeder e.

Das Triebwerk W, von dem nur der oberste Theil mit den Walzen y und z angedeutet ist, zieht während des Empfangens von Nachrichten den Papierstreifen S unter der Walze t und über der Messingwalze n hinweg, auf welcher die Schreibhebel s und s_1 aufliegen. Das Triebwerk steht mit der Klemme L, in welche der Leitungsdraht eingesteckt ist und von welcher ein

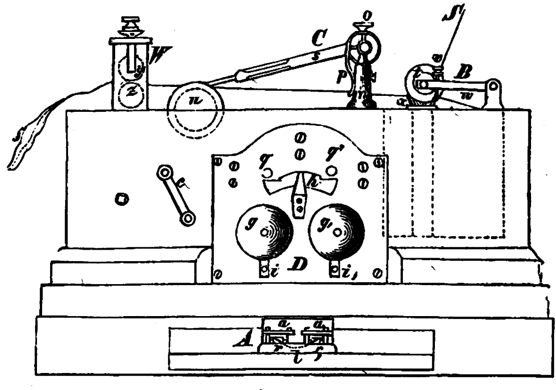


Fig. 53.

Leitungsdraht nach dem Ständer m führt, in leitender Verbindung. Wird die Metallfeder e mittels des Hebels c in das Triebwerk eingelegt, so wird dasselbe arretirt, dabei gleichzeitig aber auch die Feder e mit dem Triebwerk oder der Ständer m_1 mit der Klemme L metallisch verbunden. Soll das Triebwerk in Gang kommen, so wird der Hebel c nach rechts gedreht, dadurch die Bremse gelüftet und gleichzeitig die leitende Verbindung zwischen e und W aufgehoben. L bleibt dann blos noch mit m verbunden.

Die durch die Holzrolle K gegen einander isolirten Schreibhebel s und s_1 liegen mit ihren Platinspitzen lose auf der

Walze n; mittels der Welle f können sie seitwärts verschoben werden, damit der Papierstreifen mehrere Mal gebraucht werden kann. Zur Einstellung der Welle f dienen die Feder p und die Schrauben o und o_1.

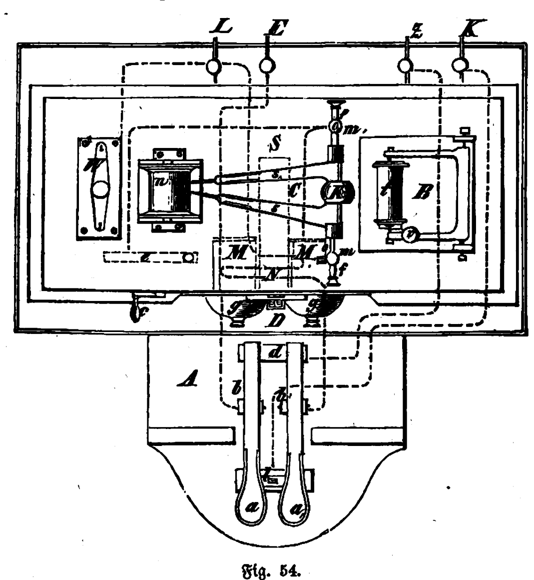


Fig. 54.

Durch die Annetzvorrichtung B wird der (mit Jodkalium getränkte) Papierstreifen S befeuchtet. Der Papierstreifen wird durch die mit Guttapercha überzogene Walze t auf einen Docht x, welcher in ein darunter befindliches Wassergefäß taucht, angedrückt. Der um eine Achse drehbare Rahmen, welcher die Walze t trägt, ruht theilweise mittels der Stellschraube v auf der Feder w, damit der Druck auf den Papierstreifen beliebig verändert werden kann.

Hörbare Zeichen als Anruf giebt man durch das Glockenwerk D, hinter dessen zwei Glocken g und g_1 von verschiedener Größe ein Elektromagnet MM' liegt. Die Glocken können

übrigens mittels der Griffe i i_1 in verticaler Richtung verschoben werden. Der eiserne Hammer h wird durch einen starken permanenten Magnet NS magnetisch inducirt (vgl. Fr. 79). Kommt nun, während das Triebwerk in Ruhe, also mit der Feder e leitend verbunden ist, ein elektrischer Strom von der entfernten Station nach L, so geht derselbe durch W und e in den Ständer m_1, und von da durch die Windungen des Elektromagnetes M und die rechte und linke Taste zur Erde E. Der Eisenkern des Elektromagnetes wird daher an dem einen Ende q oder q' ein magnetischer Nord-, am anderen ein Südpol; das eine Ende des Hammers h wird folglich angezogen, das andere so weit abgestoßen, daß es an die darunter befindliche Glocke schlägt. Beim Umkehren des Stromes wechseln auch die Pole des Elektromagnetes und der Hammer schlägt auf die andere Glocke. Die Drahtwindungen des Elektromagnetes sind so angeordnet, daß die linke oder die rechte Glocke anschlägt, jenachdem die linke oder die rechte Taste niedergedrückt wird; demnach entsprechen die Zeichen mit der linken Glocke den vom unteren Schreibstifte s, die der rechten Glocke den vom oberen Schreibstifte s_1 hervorgebrachten Zeichen auf dem Streifen. Nach diesem Anrufe wird der Hebel c nach rechts gedreht, dadurch das Triebwerk in Gang und gleichzeitig außer Verbindung mit der Feder e gesetzt. Jetzt kann ein elektrischer Strom von der Klemme L nur in den Ständer m, hierauf in den Schreibhebel s, durch die Feuchtigkeitsschicht und theilweise auf der Metallwalze n nach dem oberen Schreibhebel s_1, dem Ständer m_1, hierauf durch die Windungen des Elektromagnetes M, die Tasten und durch E zur Erde gehen. Beim Uebergange des Stromes aus einem Schreibhebel in den anderen wird das Jodkalium zersetzt, wobei sich an der Stelle, wo der positive Strom auf den Papierstreifen tritt, das Jod ausscheidet. Wird auf der telegraphirenden Station die linke Taste a gedrückt, so geht der positive Strom von der Klemme K über l, a, b und E in die Erde, aus ihr auf der Empfangsstation zur Klemme E, von der linken zur rechten Taste, aus letzterer durch den Elektromagnet in den Ständer m_1, den Schreibhebel s_1 und bringt

am vorderen Ende desselben auf dem Papierstreifen das Zeichen (Punkt oder Strich) hervor. Von s_1 geht der Strom nach s, m und L, nach der telegraphirenden Station zurück und daselbst von L nach W, e, m_1, b_1 und d nach dem Zinkpole Z. Beim Niederdrücken der rechten Taste auf der gebenden Station nimmt der positive Strom den entgegengesetzten Weg, also auf der telegraphirenden Station von K nach l, a_1, b_1, m_1, M, e, W und L, tritt auf der Empfangsstation in L ein und geht zunächst in den unteren Schreibhebel s, erzeugt hier die telegraphischen Zeichen und geht dann durch s_1, den Elektromagnet und die rechte und linke Taste zur Erde E, in dieser nach der gebenden Station und hier von E nach b, d und Z. Wenn der elektrische Strom auch hierbei noch durch die Windungen des Elektromagnetes geht, so bietet ihm doch die Flüssigkeitsschicht zwischen den Spitzen der beiden Schreibhebel, durch welche er gehen muß, so viel Widerstand, daß jetzt der Hammer h nicht mehr an die Glocken schlägt, sondern beim Telegraphiren nur Zuckungen bekommt. Man könnte aber auch leicht während des Telegraphirens mittels eines Umschalters (vgl. Kap. 20) den Elektromagnet ausschalten.

Bei Beginn des Telegraphirens erscheint somit beim Niederdrücken der Tasten das Glockenzeichen auf beiden Stationen. Sobald aber die angerufene Station ihr Triebwerk laufen läßt, hören die Glocken beider Stationen auf zu schlagen, weil jetzt ein großer Widerstand eingeschaltet ist. Das Aufhören der Glockenzeichen meldet zugleich der rufenden Station, daß die gerufene das Triebwerk ausgelöst hat. Will die Abgangsstation die von ihr gegebenen Zeichen ebenfalls aufschreiben, so löst sie ihr Uhrwerk aus. Dann geht der positive Strom beim Drücken der rechten Taste von m_1 aus nicht über e und W, sondern über s_1, s und m nach L u. s. w.; ähnlich beim Drücken der linken Taste. Im ersteren Falle erscheinen die Zeichen am oberen Schreibhebel s_1, im letzteren Falle an dem unteren s.

Der Doppelstiftapparat läßt sich sofort als Einstiftapparat benutzen, wenn man nur auf einer Taste arbeitet.

Neuntes Kapitel.

Die Anfänge der elektromagnetischen Telegraphie.

113. Wer machte die ersten Vorschläge und Versuche mit elektromagnetischen Telegraphen?

Schon im Jahre 1820 (vgl. Fr. 81) schlug Ampère vor, die Ablenkung von Magnetnadeln zur Zeichengebung zu benutzen. Nach diesem ersten Vorschlage zu einem elektromagnetischen Telegraphen führte zwar Ritchie später ein Modell aus, eine Ausführung im Großen scheiterte aber daran, daß eben so viel Magnetnadeln und doppelt so viel (d. h. 60) Leitungsdrähte, als Buchstaben zu bezeichnen waren, anzuwenden gewesen wären, da abwechselnd je zwei Leitungsdrähte mit den Polen einer Volta'schen Säule in Verbindung gesetzt werden sollten, um durch die Ablenkung der Nadel des zu diesen zwei Drähten gehörigen Multiplicators den bis dahin von einem an der Nadel befindlichen leichten Schirm verdeckten, zu telegraphirenden Buchstaben sichtbar werden zu lassen. Anscheinend bevor Ampère's Idee in Deutschland bekannt wurde, beschrieb Gust. Theod. Fechner in Leipzig 1829 einen Telegraphen mit 24 Nadeln und 48 Drähten. Alexander in Edinburg verminderte 1837 die Zahl der Drähte fast auf die Hälfte (31), indem er für sämmtliche Nadeln einen gemeinschaftlichen Rückleitungsdraht benutzte. Davy in London wollte (1837) blos 12 Nadeln nehmen, deren jede bei der Ablenkung nach links einen anderen Buchstaben sichtbar machte, als bei der Ablenkung nach rechts.

Der seit 1811 mit Sömmering nahe befreundete russische Staatsrath Baron Schilling von Canstadt entwarf, wie es scheint, zwei Telegraphen von ähnlicher Einrichtung, einen mit 5 Nadeln Ende 1832, und später (1835 oder 1837) einen mit blos 1 Nadel. Schon früher hatte Schilling mit einem ganz nach Sömmering's Anleitung in München gefertigten Telegraphen in Petersburg vor dem Kaiser Alexander Versuche angestellt. Bei dem Fünf-Nadel-Telegraphen waren die Nadeln an Seidenfäden horizontal aufgehängt und jede mit einem Scheibchen aus Kartenpapier versehen, welches auf seiner Vorder- und auf seiner Rückseite verschiedene Zeichen trug, z. B. zwei Ziffern; wurde nun die Nadel nach links oder nach rechts abgelenkt, so erschien dem Beobachter das eine oder das andere Zeichen, während die Scheibe, so lange die Nadel in Ruhe war, dem Beobachter ihre schmale Seite zukehrte; da 5 Nadeln vorhanden waren, so konnte man alle 10 Ziffern telegraphiren; die zu den telegraphirten Zahlen gehörigen Wörter standen in einem Chiffer-Lexikon. Wollte man mit blos 1 Nadel telegraphiren, so mußten die einzelnen Ziffern oder gleich die Buchstaben selbst durch Gruppen zusammengehöriger Ablenkungen bezeichnet werden. Mit der abzulenkenden Magnetnadel verband Schilling eine in Quecksilber tauchende kleine Platinschaufel, um die Magnetnadel nach ihrer Ablenkung schneller in die Ruhelage zurückzuführen. Auch brachte er einen Wecker an seinem Apparate an, um auf den Beginn des Telegraphirens aufmerksam zu machen; er ließ nämlich die Magnetnadel bei ihrer ersten Bewegung eine Bleikugel herabstoßen, welche durch ihren Fall ein Weckerwerk auslöste. 1835 zeigte Schilling seinen Telegraphen in Bonn und Frankfurt a. M.; denselben oder einen nachgebildeten Telegraphen sah Cooke (vgl. Fr. 115) am 6. März 1836 in Heidelberg. Schilling starb 1837, bevor sein Telegraph im Großen ausgeführt wurde.

114. Wie führten Gauß und Weber ihren Telegraphen aus?

Die Professoren Gauß und Wilhelm Weber wandten die Nadelablenkung durch den elektrischen Strom zuerst im

größeren Maßstabe praktisch an und sind daher als die eigentlichen Erfinder der elektrischen Telegraphie zu betrachten. Sie spannten nämlich 1833 in Göttingen zwischen der Sternwarte und dem 3000 Fuß davon entfernten physikalischen Cabinet zwei Drähte aus, darauf 1834 auch zwischen der Sternwarte und dem magnetischen Observatorium, und telegraphirten ganze Wörter und Sätze mittels passend gruppirter Ablenkungen eines Magnetstabes.

Das hierzu verwendete, in Fig. 55 abgebildete Gauß'sche Magnetometer wurde bereits in Fr. 86 beschrieben. Der

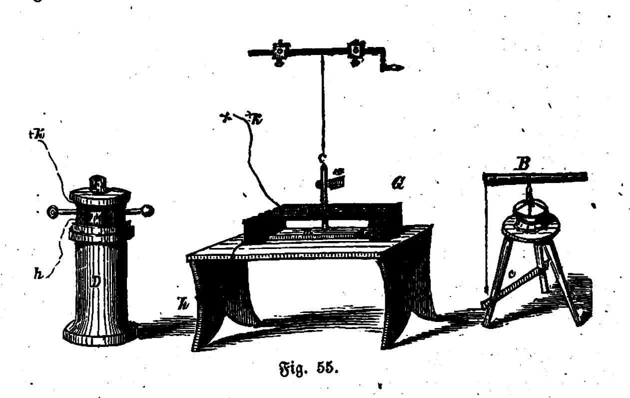


Fig. 55.

schwere Magnetstab m ist in einem mit vielen isolirten Drahtwindungen umwundenen kupfernen Gehäuse G an einem Faden frei aufgehängt. Ueber dem Magnetstabe ist der Spiegel a angebracht; ihm gegenüber steht das Fernrohr B, mit der rechtwinklig zur optischen Achse daran befestigten Scala c. Die Erfinder benutzten anfangs galvanische Ströme, später (1835) Magnet-Inductionsströme, welche mittels des links in der Figur angedeuteten Apparates D erzeugt wurden. Wenn die mit zwei Handhaben versehene Inductionsrolle E von dem Magnet F, auf dem sie gestürzt ist, schnell abgezogen und wieder, ohne umgedreht zu werden, darauf gesetzt wird, so ent-

stehen zwei entgegengesetzt gerichtete Inductionsströme; durch den ersten entsteht eine Zuckung des Magnetstabes m nach rechts oder links, welche durch den zweiten Strom wieder aufgehoben wird, so daß der Stab sogleich wieder zur Ruhe kommt. Ein besonderer daneben befindlicher Commutator bewirkt, daß der erste Inductionsstrom in der einen oder der anderen Richtung geht, so daß man eine beliebige Ablenkung des Magnetstabes nach rechts oder links erzeugen kann, die am entfernten Orte mittels des Fernrohres beobachtet wird. Durch Combinationen der verschiedenen Zuckungen nach rechts und links werden nun die Buchstaben ꝛc. bezeichnet, und zwar die am häufigsten vorkommenden Buchstaben durch die einfachsten Bewegungen. Das Alphabet und die Ziffern zeigt folgendes Schema, wobei r eine Bewegung des Nordpols nach rechts, l eine Bewegung desselben nach links bezeichnet.

r = A	rrr = C,K	lrl = M	lrrr = W	llrr = 4
l = E	rrl = D	rll = N	rrll = Z	lllr = 5
rr = I	rlr = F,V	rrrr = P	rlrl = 0	llrl = 6
rl = O	lrr = G	rrrl = R	rllr = 1	lrll = 7
lr = U	lll = H	rrlr = S	lrrl = 2	rlll = 8
ll = B	llr = L	rlrr = T	lrlr = 3	llll = 9

Eine kurze Pause deutet das Ende eines Buchstaben oder einer Ziffer an, eine etwas längere das Ende eines Wortes.

115. Wer hat sich weiter um die Ausbildung der elektromagnetischen Telegraphen verdient gemacht?

Im Jahre 1836 zogen v. Jacquin und v. Ettingshausen eine Telegraphenleitung durch einige Straßen Wiens, theils in der Luft, theils unterirdisch. Den Bemühungen des von Gauß dazu angeregten Prof. Karl August Steinheil in München gelang es, den Nadeltelegraphen in einen (im Juli 1837 in Betrieb befindlichen) elektromagnetischen Drucktelegraphen (vgl. Fr. 118) umzugestalten. Auch vollendete Steinheil noch 1837 eine Leitung von der Akademie in München nach der 3/4 Meile entfernten Sternwarte Bogen-

hausen. 1838 folgte die Entdeckung der Erdleitung (vgl. Fr. 57). Während dies in Deutschland geschah, arbeiteten in England Charles Wheatstone, Professor am King's College, und William Fothergill Cooke, der 1836 einen Nadeltelegraphen mit 3 Nadeln und 6 Drähten und einen Zeigertelegraphen (vgl. Fr. 127) construirt hatte, anfangs jeder für sich, seit 1837 aber gemeinschaftlich an der Vervollkommnung der Telegraphen; allein erst, als die Leitung von München nach Bogenhausen fertig war, nämlich am 12. Juni 1837, ließen sie sich einen Nadeltelegraphen mit 5 Nadeln patentiren, für den sie noch 5 oder, wenn die Ziffern mit telegraphirt werden sollten, sogar 6 Drähte brauchten; am 25. Juli 1837 stellten Cooke und Wheatstone den ersten Probeversuch auf der Nordwestbahn in London an. In Frankreich stellte Masson 1837 auf einer etwa 1/4 Meile langen Linie bei Caen Versuche mittels Nadeln und einer Inductionsmaschine an und setzte dieselben im Jahre 1838 mit Bréguet fort. In Amerika endlich reichte im October 1837 der Historien-Maler Prof. Samuel Findley Breese Morse in New-York sein Patentgesuch beim Patentamt der Vereinigten Staaten ein, und noch in demselben Jahre stellte er vor dem Franklin-Institut in Philadelphia mit einem Modellapparat auf einem 10 engl. Meilen langen Drahte Versuche an, worauf der Apparat in Washington ausgestellt wurde. Die erste Idee zu seinem elektromagnetischen Telegraphen, welcher ebenfalls bleibende Zeichen geben sollte, behauptet Morse im October 1832 auf seiner Rückreise von Europa nach Amerika gefaßt zu haben; auf dem Schiffe „Sully" kam nämlich das Gespräch auf die neuen Entdeckungen im Gebiete des Elektromagnetismus und dessen Verwendung zur Telegraphie. Capitän Pell vom „Sully" trat als Zeuge für Morse auf, als später ein auf jenem Schiffe mitreisender, einen Elektromagnet und zwei galvanische Elemente mit sich führender Engländer Dr. Jackson Eigenthumsansprüche auf dieselbe Idee erhob. Morse will zwar noch vor Anfang 1833 an die Ausführung seines Planes gegangen sein, aber erst im November 1835 zeigte er in New-York seinen

Freunden ein Modell, welches von der jetzigen Gestalt des Morse'schen Telegraphen freilich merklich abweicht, denn in ihm zeichnete ein mit dem Anker eines Elektromagnetes unmittelbar verbundener und von dem Anker vertical auf und nieder bewegter Schreibstift zickzackförmige Züge auf einen an ihm vorbeigeführten Papierstreifen, und die Zacken oder Spitzen dieser Züge gaben die Nummern an, unter denen die telegraphirten Wörter in einem telegraphischen Wörterbuche zu finden waren. 1836 zeigte Morse diesen Telegraphen öffentlich in New-York.

Im Jahre 1837 wurden auch die ersten Typendrucktelegraphen (12. Kap.) entworfen und zwar zugleich (wie es scheint unabhängig von einander) von Wheatstone und dem mit Morse arbeitenden Amerikaner Alfred Vail.

Zuletzt von allen Telegraphen wurden die Copirtelegraphen (14. Kap.) erfunden, nämlich 1848 durch den Engländer Frederik Collier Bakewell in Hampstead.

116. Welche Einrichtung hatte der Fünfnadel-Telegraph von Cooke und Wheatstone?

Der am 12. Juni 1837 patentirte Nadeltelegraph von Cooke und Wheatstone erforderte fünf Leitungsdrähte und auf jeder Station fünf Multiplicatornadeln. Das gegebene Zeichen erscheint auf beiden Stationen zugleich. Wie Fig. 56 (S. 104) zeigt, befinden sich die fünf Multiplicatoren jeder Station innerhalb eines Rahmens AA; ihre fünf Nadeln stehen in der Ruhelage vertical und werden durch einen positiven oder negativen elektrischen Strom nach links oder rechts abgelenkt. Auf denselben Achsen mit den Nadeln sitzen vorn am Zifferblatte fünf Zeiger 1, 2, 3, 4 und 5, welche die Bewegung der Nadeln mitmachen, deren Ausschlag aber durch Aufhaltstifte beschränkt ist. Beim Geben eines Zeichens werden stets gleichzeitig zwei Nadeln abgelenkt und zwar die eine nach links, die andere nach rechts; der telegraphirte Buchstabe steht im Durchschnittspunkte der beiden Zeiger angeschrieben. So ist in Fig. 56 die Nadel 1 nach rechts, die Nadel 4 nach links

abgelenkt; verfolgt man die Richtung beider, bis sie sich schneiden, so kommt man auf den Buchstaben B, welchen also diese Stellung bezeichnet; schneiden sich dieselben Nadeln auf der

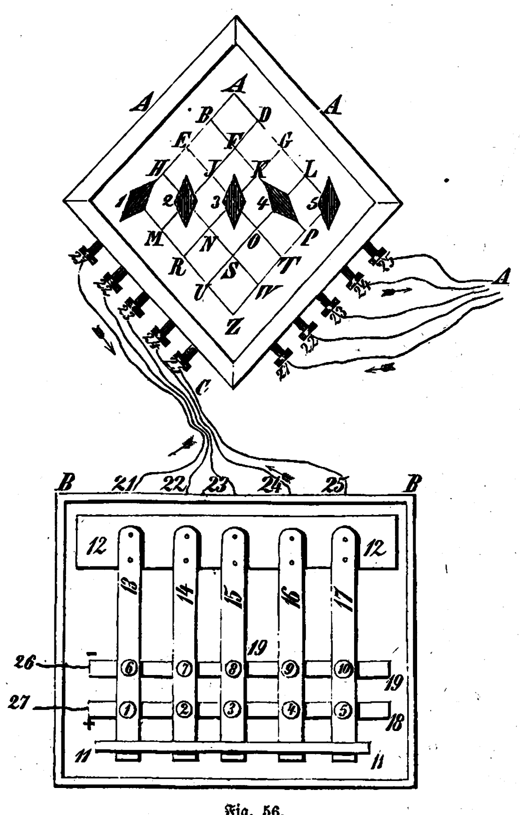


Fig. 56.

unteren Seite, so bezeichnen sie den Buchstaben U. Die fünf ersten Drahtenden der Multiplicatoren sind mit den Klemmen 21 bis 25 links, die fünf anderen Enden mit den Klemmen

21 bis 25 rechts verbunden, von denen Drähte nach der nächsten Station gehen und dort eben so mit dem Apparat verbunden sind. Das Tastenwerk BB (Fig. 56 und 57) sendet den Strom der Batterie auf einem Leitungsdrahte nach der empfangenden Station hin und auf einem anderen zurück zur Batterie. Fünf Messingfedern 13, 14, 15, 16 und 17, von denen jede mit einem der von den Klemmen 21 bis 25 auslaufenden Leitungsdrähte in Verbindung steht, sind auf dem Holzbrete 12 befestigt und legen sich mit den anderen Enden federnd gegen die Messingstange 11. Jede dieser Federn trägt zwei Knöpfe, welche durch ein Loch derselben hindurchgehen und durch

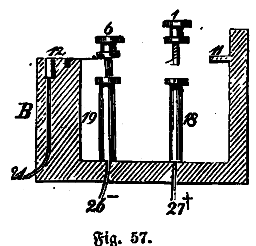


Fig. 57.

eine Spiralfeder emporgehalten werden; unterhalb jeder Knopfreihe liegt eine Metallstange 18 oder 19; von diesen ist 18 mit dem positiven, 19 mit dem negativen Pole der Batterie leitend verbunden. Wird einer der oberen Knöpfe 6 bis 10 niedergedrückt, so entfernt er seine Feder von der Messingstange 11 und setzt darauf diese Feder und den zugehörigen Leitungsdraht in Berührung mit dem —Pole der Batterie. Dasselbe geschieht in Beziehung auf den +Pol, wenn einer der unteren Knöpfe 1 bis 5 niedergedrückt wird. Zwei auf einer und derselben Feder befindliche Knöpfe werden nie zugleich niedergedrückt, vielmehr bleibt jedesmal der andere Knopf schwebend. Zu jedem Zeichen muß man zwei Tasten, eine untere und eine obere, niederdrücken. Wird nun z. B. Knopf 6 und 4 gleichzeitig niedergedrückt, so läuft der Strom von dem +Pole der Batterie durch Draht 27 nach der Metallstange 18, von hier durch den Knopf 4 in die Metallfeder 16 und durch die in den Leitungsdraht 24 eingeschalteten Multiplicatoren 4 aller Stationen. An der Endstation geht der Strom in dem Tastenwerk durch die dem Drahte 24 entsprechende Feder 16 zu der gemeinschaftlichen Stange 11, dann zu der mit dem Draht 21

verbundenen Feder 13, weil er nur durch diesen Draht nach der telegraphirenden Station zurück und daselbst über 13, 6 und 26 zum —Pol der Batterie gelangen kann. Die Multiplicatoren der in 21 eingeschalteten Nadeln 1 durchläuft der Strom in der entgegengesetzten Richtung, und lenkt daher die Nadeln 4 nach links, die Nadeln 1 nach rechts ab. Die umgekehrten Ablenkungen derselben Nadeln treten ein, wenn man die Knöpfe 1 und 9 niederdrückt.

Um mit diesem Telegraphen auch Signale mit einer einzelnen Nadel (zum Telegraphiren der Ziffern) zu geben, braucht man noch einen (als gemeinschaftlicher Rückleiter dienenden) sechsten Leitungsdraht und eine sechste Feder, ebenfalls mit zwei Knöpfen; dann kämen zu den obigen 20 Zeichen noch 10 hinzu.

Eine 39 engl. Meilen lange Linie mit solchen Telegraphen wurde zwar 1840 auf der Great Western-Bahn ausgeführt und genügte den damaligen Anforderungen, wurde aber ihrer Kostspieligkeit wegen (250 bis 300 Pfd. Sterling für 1 engl. Meile) nicht weiter fortgesetzt.

Zehntes Kapitel.

Die Nadeltelegraphen.

117. Was versteht man unter einem Nadeltelegraphen?

Die Nadeltelegraphen benutzen die Ablenkungen der Magnetnadel durch den elektrischen Strom als telegraphische Zeichen. Solche Telegraphen kamen frühzeitig in Gebrauch und behaupteten sich besonders in England (unter dem Schutze der Patentrechte) bis in die neueste Zeit. Jetzt fast überall außer Gebrauch, werden sie doch wegen ihrer Empfindlichkeit für die unterseeische Telegraphie bevorzugt.

118. Welche Einrichtung hatte Steinheil's Drucktelegraph?

Steinheil betrieb seinen Telegraphen wie Gauß mit Inductionsströmen; er erzeugte dieselben mittels einer magnetoelektrischen Maschine und gab ihnen auf bequeme Weise, durch bloßes Umlegen eines Ankers mittels einer Kurbel, eine beliebige Richtung.

Der Telegraph enthielt zwei Magnete e S und N e′ (Fig. 58), welche um verticale Achsen leicht drehbar waren und die entgegengesetzten Pole einander zukehrten. Diese Magnetstäbchen lagen innerhalb einer einzigen großen Multiplicationsspule, die bei m und m′ im Durchschnitt abgebildet ist. Die an den Enden S und N der Magnetstäbchen befindlichen messingenen Ansätze f und f′ trugen an ihren vorderen Enden kleine, mit einer schwarzen Flüssigkeit gefüllte Gefäße, welche in eine hohle Spitze endigen.

Die den Enden e und e′ der Magnetstäbe gegenüber angebrachten Anschläge verhinderten eine Drehung dieser Enden in der Richtung gegen die Anschläge. Sobald nun ein elektrischer Strom in der einen oder anderen Richtung die Windungen des

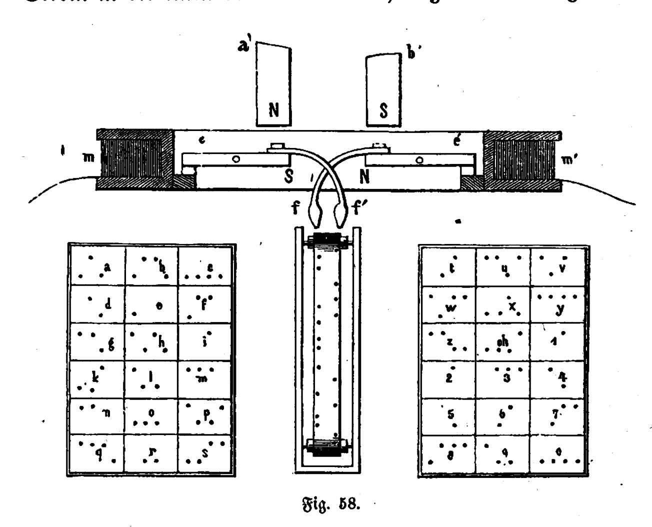


Fig. 58.

Multiplicators durchlief, strebte er die gleichen Pole der Magnetstäbe, also S und e′ oder N und e, nach derselben Seite hin abzulenken; wegen der Anschläge bei e und e′ konnte aber allemal nur *ein* Magnetstab diese Bewegung ausführen, trat mit dem Ende S oder N aus den Windungen heraus, legte sich mit der hohlen Spitze gegen einen durch ein Uhrwerk fortbewegten Papierstreifen und ließ auf diesem durch die austretende Farbe einen schwarzen *Punkt* entstehen. Nach dem Aufhören des Stromes zog einer der Stahlmagnete a′ und b′, welche ihre entgegengesetzten Pole N und S den Polen S und N der Magnetstäbe zukehrten, das eben abgelenkte Magnetstäbchen in seine Ruhelage zurück. Die durch die beiden Magnete auf dem Papierstreifen hervorgebrachten Punkte lagen in zwei verschiedenen

Linien und wurden zu dem in Fig. 58 mit abgebildeten telegraphischen Alphabet gruppirt. Es waren höchstens vier Punkte zu einem Zeichen erforderlich; der Uebergang vom Telegraphiren der Buchstaben zu dem der Ziffern und umgekehrt wurde durch ein besonderes Zeichen markirt.

Soll dieser Telegraph hörbare Zeichen hervorbringen, so werden die Farbe-Gefäßchen mit zwei Hämmerchen vertauscht, welche an verschieden große, also verschieden tönende Glöckchen anschlagen. Eben so leicht kann man gleichzeitig sichtbare und hörbare Zeichen entstehen lassen.

119. Welche Einrichtung hat der einfache Nadeltelegraph von Cooke und Wheatstone?

Der einfache Nadeltelegraph, für welchen bei Benutzung der Erde als Rückleitung nur ein einziger Leitungsdraht erforderlich ist, enthält innerhalb eines Gehäuses einen vertical stehenden Multiplicator. Eine horizontale, durch die Mitte des Rahmens gehende Achse trägt die astatische Magnetnadel (vgl. Fr. 84). Auf jeder der mit einander verkehrenden Stationen ist ein solcher Apparat, dessen Haupttheile in Fig. 59 zu sehen sind, aufgestellt. Der Stromwender, Commutator oder Schlüssel, besteht aus einer mittels eines Handgriffes nach rechts und links drehbaren Scheibe (Schließungsrad) mit eingelegten, in der Figur schwarz angedeuteten Metallstücken, von denen, von links nach rechts gezählt, das erste mit dem vierten, das zweite mit dem fünften, das dritte mit dem sechsten und das fünfte mit dem siebenten (längeren) beständig leitend verbunden ist, während vier Metallfedern, von denen Leitungsdrähte beziehentlich nach der Erde E, den beiden Polen der Batterie B und der Leitung L laufen, je nach der jedesmaligen Stellung der Scheibe mit dem einen oder anderen dieser eingelegten Metallstücke in Berührung kommen und dadurch den Strom in beliebiger Richtung durch die Apparate senden. In der Figur ist das Schließungsrad nach rechts gedreht; der hierbei in der Richtung der Pfeile vom + Pole der Batterie B in das fünfte und siebente Metallstück, von da

durch den Multiplicator und in die Leitung L gesendete Strom kehrt durch die Erdplatte P, das dritte und sechste Metallstück zum —Pole der Batterie zurück. Wird die Commutatorscheibe eben so viel nach links gedreht, so tritt die Erde mit dem ersten, die Batterie mit dem vierten und fünften Metallstück in Berührung, während die Leitung stets mit dem siebenten in Verbindung bleibt; daher geht der Strom jetzt vom +Pole durch das vierte und erste Metallstück zur Erde, auf der Empfangs-Station durch den Apparat und kehrt dann in der Leitung L durch das siebente und fünfte Metallstück zum —Pole der Batterie zurück. Der Strom hat also bei diesen beiden Stellungen des Commutators entgegengesetzte Richtung und lenkt daher auch die Magnetnadeln aller in die Leitung eingeschalteter Stationen gleichzeitig in dem ersten Falle nach rechts, im zweiten nach links ab.

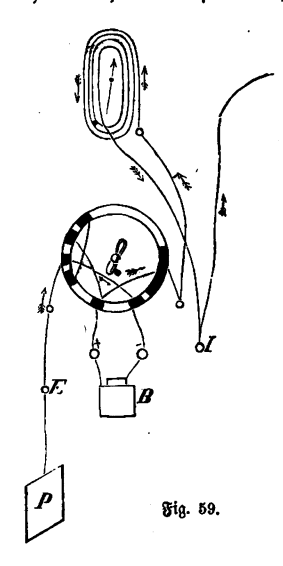


Fig. 59.

In der Ruhestellung des Commutators steht der Griff vertical; dann ist der Apparat zum Zeichenempfangen geschickt; dabei berühren die Poldrähte die hölzernen Zwischenräume zwischen dem vierten und sechsten Metallstücke, während die Erde mit dem zweiten und die Leitung mit dem siebenten Metallstücke in leitender Verbindung steht. Die Batterie ist also ausgeschaltet. Ein von der entfernten Station kommender Strom aber geht dann durch den Multiplicator in das siebente, fünfte und zweite Metallstück und von da zu der Erdplatte P.

Ein bis vier Ausschläge nach rechts und links bilden das Alphabet: zweimal links A; erst rechts, dann links D;

zweimal rechts und dann links G; erst links, dann rechts R u. s. w.

120. Welche Einrichtung gaben Cooke und Wheatstone ihrem Doppelnadel-Telegraphen?

Der früher in England fast ausschließlich benutzte Doppelnadel-Telegraph ist eigentlich nur eine Verbindung von zwei einfachen Nadeltelegraphen. Der Doppelnadel-Telegraph erfordert zwar zwei Leitungsdrähte, bei ihm ist aber die Zeichengebung einfacher, weil sich durch einzelne oder gleichzeitige Ablenkungen zweier Nadeln die zu gebenden Zeichen mit weniger Ausschlägen ausdrücken lassen, als bei einem einfachen Nadeltelegraphen. Das Alphabet des Doppelnadel-Telegraphen enthält folgende Zeichen: Die linke Nadel einmal links bewegt, bezeichnet das †, welches am Ende jedes Wortes gegeben wird; zweimal links bedeutet A, dreimal B; erst rechts, dann links C, das Umgekehrte D; einmal rechts E, zweimal F, dreimal G. Die Bewegungen der rechten Nadel bedeuten in derselben Folge H, I, K, L, M, N, O, P. Wenn beide Nadeln sich einmal rechts bewegen, so bedeutet dies R, zweimal S, dreimal T; erst links, dann rechts mit beiden U, das Umgekehrte V; einmal links mit beiden W, zweimal X, dreimal Y. Außerdem können noch zwei Zeichen dadurch gegeben werden, daß zu gleicher Zeit eine Nadel links, die andere rechts oder umgekehrt bewegt wird. Um von Buchstaben zu Ziffern überzugehen, giebt der Telegraphist H und dann †, was der Empfänger wiederholt, zum Zeichen, daß er verstanden hat. Hierauf werden die Ziffern durch Buchstabenzeichen angedeutet, und zwar ist 1 = C, 2 = D, 3 = E, 4 = H, 5 = L, 6 = M, 7 = N, 8 = R, 9 = U, 0 = V. Der Uebergang von Ziffern zu Buchstaben wird durch I, auf welches das † folgt, bezeichnet, was der Empfänger ebenfalls wiederholt. Selbstverständlich muß nach jedem einzelnen Zeichen jede Nadel erst ihre verticale Stellung wieder einnehmen. Zwei kleine elfenbeinerne Stifte, welche etwa einen halben Zoll seitwärts der verticalen Stellung der Nadeln am Zifferblatte angebracht sind, verhüten, daß der

Nadelausschlag zu groß wird. Jedes Wort muß anerkannt werden; wenn der Empfänger verstanden hat, so giebt er E, wenn nicht, das †, damit das Wort wiederholt wird.

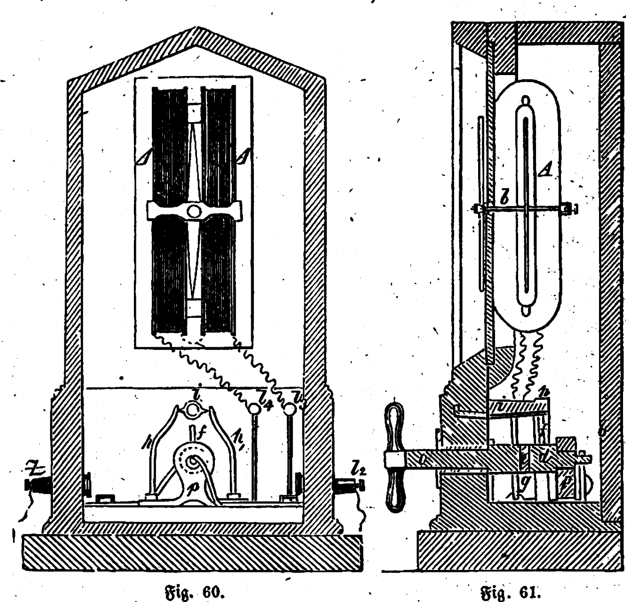


Fig. 60. Fig. 61.

Ein einfacher Nadeltelegraph von Cooke und Wheatstone neuerer Construction oder die eine Hälfte eines Doppelnadel-Telegraphen ist in den Figuren 60—63 dargestellt. Der Schlüssel oder Commutator enthält einen Cylinder, dessen mittlere Zone e von hartem Holze oder Elfenbein ist, während die Enden c und d von Metall sind. An dem bis zur Vorderwand des Instrumentkastens verlängerten Ende c sitzt der gegen das Metall isolirte Handgriff; das andere Ende d liegt mit einem Zapfen in dem Lager p. Aus dem hinteren Theile d steht ein Stahlstift f nach oben, und aus dem vorderen Theile c ein ähnlicher Stift g nach unten zu hervor. Von den Batteriepolen

sind Drähte nach den Klemmen Z und C geführt, von denen aus die Messing-Streifen k und m nach den metallischen Enden c und d des Cylinders laufen und sich (vgl. Fig. 60) federnd auf diese Enden auflegen, so daß die in den Cylinderenden befestigten Stahlstifte f und g als die Batteriepole gelten können. Zwei Federn h und h_1 sind mittels breiter Füße auf der Grundplatte des Instrumentes befestigt und drücken mit ihren oberen Enden gegen zwei Spitzen, welche aus dem an den Kasten angeschraubten messingenen Arme i hervorragen. Diese Federn stellen eine Verbindung zwischen den Klemmen l_1 und l_4 her; in erstere ist

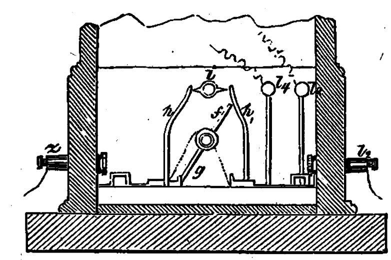


Fig. 62.

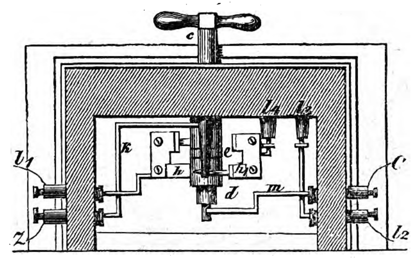


Fig. 63.

das eine Ende des Leitungsdrahtes eingesteckt; letztere und die durch einen Messingstreifen mit l_2 verbundene Klemme l_3 nehmen die Enden des Multiplicatordrahtes auf. Beim Telegraphiren tritt der aus der Leitung ankommende Strom an der Klemme l_2 in das Instrument ein, geht nach l_3, durch den Multiplicator nach l_4, dann in die Feder h_1, durch die Spitzen des Armes i nach der Feder h und endlich nach der Klemme l_1, von welcher der Leitungsdraht nach der nächsten Station weiter führt und welche auf der Endstation mit der Erde verbunden ist. Auf der das Zeichen gebenden Station dagegen wird der Griff des Schlüssels gedreht, z. B. wie es aus Fig. 62 und 63 ersichtlich ist; dadurch

kommt der mit dem einen Batteriepole verbundene Stahlstift f mit der Feder h_1 in Berührung, biegt dieselbe zurück und setzt sie außer Verbindung mit dem Arme i; der mit dem anderen Pole der Batterie verbundene Stift g legt sich gegen den Fuß der anderen Feder h und verhindert so zugleich ein weiteres Umdrehen des Schlüssels. Der Strom geht von dem Pole C nach f, an der Feder h_1 herunter nach l_4 und durch den Multiplicator nach den Klemmen l_3 und l_2, in die Leitung, durch die Instrumente der anderen Stationen, schließlich in die Erde, und aus dieser nach der Klemme l_1 und der Feder h, mit welcher durch g der zweite Batteriepol Z in Verbindung steht. Bei Drehung des Griffes nach der andern Seite wird auch die Richtung des Stromes und somit die Ablenkung der Nadel die entgegengesetzte.

Der Doppelnadeltelegraph wurde nach 1870 in England rasch abgeschafft und durch den einfachen Nadeltelegraph und den Drucktelegraph ersetzt.

121. Wie ist der Bain'sche Nadeltelegraph construirt?

Der in Fig. 64 S. 115 abgebildete Nadeltelegraph von Alex. Bain in Edinburg unterscheidet sich von dem Wheatstone-Cooke'schen theils in der Construction des Commutators, theils dadurch, daß die Magnetnadel durch zwei halbkreisförmige Magnetstäbe D D ersetzt ist, welche mit ihren Enden in dem Gehäuse A A in zwei Multiplicatorrollen C C so eingesteckt sind, daß sich in jeder Rolle zwei gleichnamige Pole gegenüberstehen, ohne sich zu berühren. Diese Magnetstäbe sind durch einen Messingstab mit einander verbunden und durch diesen auf einer gemeinschaftlichen, im Mittelpunkte der beiden Halbkreise liegenden, horizontalen Achse befestigt. Auf derselben Achse sitzt vorn vor dem Zifferblatte ein Zeiger, welcher bei der Drehung nach links auf I, bei der Drehung nach rechts auf V zeigt. Mit welchen Klemmschrauben die Pole Z und K der Batterie M und die Erdplatte X verbunden sind, zeigt Fig. 64. Den Commutator bildet ein Holzklotz O O, in welchen die Messingstücke 3, 12; h, h; 11, 4 und 10, 5 eingelassen sind, von

denen 3 mit 4, 11 mit 12 und h mit h leitend verbunden, die übrigen aber von einander isolirt sind. Im Mittelpunkte der durch diese Messingeinlagen gebildeten concentrischen Bögen befindet sich der Drehpunkt eines Hebels F, welchen zwei Federn N.N fortwährend senkrecht zu stellen streben. Dieser Hebel trägt

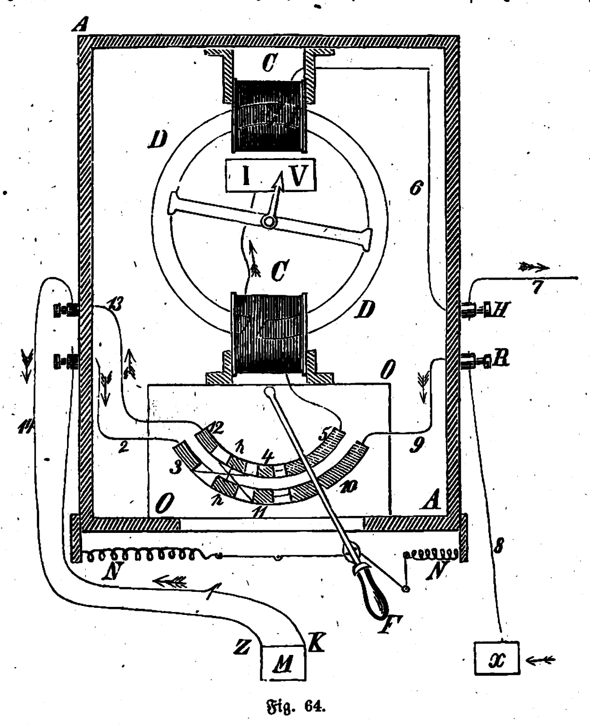


Fig. 64.

zwei concentrische, messingene, gegen einander isolirte Spangen, deren rechte Enden bei jeder Stellung des Hebels die Einlagen 5 und 10 berühren, während die linken bei der Drehung des Hebels bald auf den Einlagen 4 und 11, bald auf h und h, bald auf 12 und 3 schleifen. In der Ruhelage steht der Hebel F senk=

recht und der Apparat ist zum Empfangen von Zeichen geschickt; es liegen dann die rechten Enden der an dem Hebel F sitzenden Messingspangen noch auf 5 und 10, die linken Enden dagegen auf h und h. Der von der telegraphirenden Station kommende, bei der Klemme H eintretende Strom geht dann durch den Draht 6, durch beide Multiplicatorrollen C C, hierauf über 5, h, h, 10 und 9 zur Klemme R, welche bei einer Endstation mit der Erde X, bei einer Mittelstation mit dem nach der nächsten Station führenden Leitungsdrahte in Verbindung steht. Der durch die Rollen C C gehende Strom dreht je nach seiner Richtung den Magnetring D D (vgl. Fr. 96) in der einen oder der anderen Richtung um seine Achse und folglich auch den Zeiger nach links oder nach rechts. Die Batterie M der empfangenden Station ist währenddem ausgeschaltet, weil die Einlagen 3 und 4 mit 11 und 12 in keinerlei Verbindung stehen. Will eine Station ein Zeichen fortgeben, so dreht sie den Hebel F nach rechts oder links. Wird, wie Fig. 64 andeutet, der Hebel rechts gedreht, so kommen die linken Enden der Messingspangen auf die Einlagen 4 und 11 zu liegen und der Strom der Batterie M nimmt seinen Weg von K durch 1, 2, 3, 4, 5, durch beide Multiplicatorrollen C C, über 6 nach H und in den Leitungsdraht 7; nachdem er die Apparate aller eingeschalteten Stationen durchlaufen hat, geht er durch X zur Erde und kommt auf der telegraphirenden Station über X, 8, R, 9, 10, 11, 12, 13 und 14 zurück zum anderen Pole Z der Batterie. Die Rollen C C sind so gewickelt, daß jetzt auf allen Stationen der Zeiger nach rechts abgelenkt wird und auf V zeigt. Sollen sämmtliche Zeiger links abgelenkt werden, also auf I zeigen, so wird der Hebel F nach links gedreht, damit die linken Hälften der Messingspangen auf die Einlagen 3 und 12 zu liegen kommen. Dann geht der Strom von K durch 1, 2, 3, 10, 9 und R zur Erde X, kommt im Leitungsdrahte 7 zurück zur Klemme H, geht nun durch 6 in den Multiplicator C C, endlich über 5, 12, 13 und 14 zurück zum anderen Batteriepole Z. Offenbar ist im letzteren Falle die Richtung des Stromes und folglich die Ablenkung des Zeigers der im ersteren Falle entgegengesetzt.

Durch Gruppen der Ablenkungen des Zeigers nach rechts und links werden nun (ähnlich wie bei dem einfachen Nadeltelegraphen, Fr. 119) die verschiedenen Buchstaben telegraphirt, und zwar die am häufigsten vorkommenden durch die einfachsten Gruppen. Bain ließ auch an seinem Nadeltelegraphen durch die erste Bewegung der Achse ein die Aufmerksamkeit des Beamten erregendes Läutewerk auslösen.

122. Wie änderte Ekling den Nadeltelegraphen von Bain ab?

Der Bain'sche Nadeltelegraph wurde zum Gebrauche auf den österreichischen Eisenbahnen von dem Mechanikus Ekling in Wien verändert und verbessert. Der Commutator C besteht hier, wie Fig. 65 zeigt, aus zwei horizontalen Tasten I und V, die abwechselnd um ihre zwischen a und b liegenden Achsen niedergedrückt werden, um den Strom abwechselnd in der einen oder anderen Richtung durch die Apparate zu leiten. Auf den Platten a, b, c liegen drei Metallfedern, welche (in ähnlicher Weise wie l bei dem hier ebenfalls brauchbaren und zwar

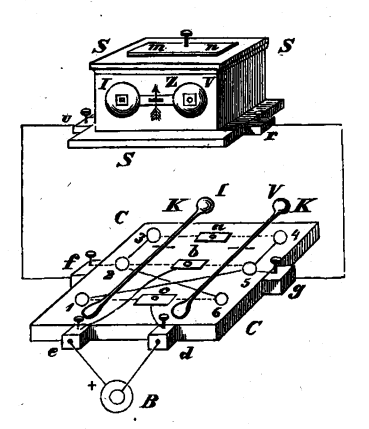


Fig. 65.

zweckmäßigern Doppeltaster A in Fig. 54, oder in Fig. 103) ihre umgebogenen Enden nach oben richten. In ihrer Ruhelage drücken die schweren Kugeln K K die beiden Enden der Feder a auf die darunter befindlichen Contactständer 3 und 4 nieder und stellen so eine leitende Verbindung zwischen den Klemmen f und g über 5, 4, a, 2 und 3 her. Die Ständer 2 und 5 unter b sind metallisch mit f und g, mit den Ständern

3 und 4 unter a parallel und mit den Ständern 6 und 1 unter c übers Kreuz verbunden. Wird eine Taste, z. B. V, niedergedrückt, so läßt sie das unter ihr liegende Ende der Feder a los und drückt dafür ihre Enden von b und c auf die Ständer 5 und 6 nieder. Der + Strom der über die Klemmen e und d mit b und c verbundenen Batterie B geht dann über e nach b, durch dessen auf 5 niedergedrücktes Ende nach g und r, durch den Zeichenempfänger (Indicator) S von u nach f, nach dem auf 6 niedergedrückten Ende von c und von c über d nach dem anderen Pole zurück.

Der Zeiger Z des Ekling'schen Indicators S sitzt auf einer Verlängerung des die Magnete DD (Fig. 64) tragenden Messingstabes, dreht sich mit diesem um die verticale Achse und schlägt an zwei Glocken I und V von verschiedener Größe und folglich verschiedenem Ton. Die Zeichen sind hier also nicht blos sichtbar, sondern auch hörbar; man kann bei einiger Uebung die ganze Correspondenz durch das Gehör wahrnehmen, ohne den Zeiger anzusehen. Der auf dem Indicator-Kästchen liegende Richtmagnet mn stellt die halbkreisförmigen Magnete DD in ihre Ruhelage ein.

Zur Vereinfachung der Zeichen schied Ekling die Bewegungen des Armes Z nach links und rechts in kurze und lange, so daß sich alle Buchstaben und Ziffern durch eine oder zwei Ablenkungen telegraphiren lassen, während Bain bis zu vier brauchte. Bezeichnet man eine kurze Bewegung nach links mit 1, eine lange mit 2, eine kurze Bewegung nach rechts mit 5, eine lange mit 6, so bedeutet:

12 = a, ä; 5	21 = e, ö; 6	16 = i, j, ü, y; 7	61 = o; 8
22 = b, p	56 = f, v, ph	62 = l	51 = r; 3
26 = c, z	65 = g, k, q	66 = m	55 = s; 4
52 = d, t; 0	15 = h, ch; 2	11 = n; 1	25 = u, w; 9

1515 = Aufruf, Endzeichen	155 = verstanden
15152 = Fragezeichen	11 = Einschlußzeichen für Ziffern.
5151 = nicht verstanden	

Will man a und ä, b und p rc. bestimmt unterscheiden, so nimmt man Gruppen zu drei Ziffern, indem man den zwei-

zifferigen noch eine 1, 5, 2 oder 6 anhängt; z. B. 121 = a, 122 = ä, 221 = b, 222 = p, 651 = g, 652 = q, 655 = k, 656 = x, 251 = u, 252 = ü rc.

123. Welche Einrichtung hat der Nadeltelegraph von Henley?

Der sehr empfehlenswerthe (schon 1848 patentirte) Nadeltelegraph von Henley und Forster arbeitet mit Magneto-Inductionsströmen. Die Inductionsrolle wird beim Zeichengeben mittels eines Hebels vor den Polen eines Magnets ein Stück gedreht; der entstehende Inductionsstrom lenkt die Nadel n s (Fig. 66) und den mit ihr verbundenen Zeiger Z ab, während der beim Rückgang des Hebels erzeugte entgegengesetzte Inductionsstrom die Nadel in die Ruhelage zurückführt. Die Nadel n s befindet sich aber nicht in einem Multiplicator, sondern zwischen den durch aufgeschraubte Polplatten A B C und D F G zweckmäßig verlängerten Polen E E

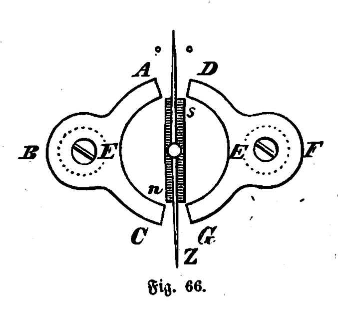


Fig. 66.

eines Hufeisen-Elektromagnets und wird von diesen Polen (deren jeder auf beide Pole n und s der Nadel, aber in gleichem Drehungssinne, wirkt) nach der Ablenkung in ihrer Lage festgehalten, bis der entgegengesetzte Strom kommt. Man kann daher ebensowohl kurze und länger dauernde Ablenkungen wie Ablenkungen nach links und nach rechts zum Zeichengeben verwenden. Gewöhnlich wendet man aber zwei Leitungsdrähte, zwei Inductoren und zwei Nadeln an, deren zwei Zeiger über einer pultförmig schräg liegenden Fläche spielen.

124. Wie ist das Spiegelgalvanometer und das Marinegalvanometer von Thomson eingerichtet?

Zum Betrieb der transatlantischen Linie zwischen Irland und Nordamerika wählten William Thomson und Crom-

well Fleetwood Varley, um mit möglichst schwachen Strömen telegraphiren zu können, einen äußerst empfindlichen Nadeltelegraphen. Um den Nadelausschlag recht deutlich wahrnehmbar zu machen, griff Prof. Thomson in Glasgow 1858 zu dem schon 1833 von Gauß und Weber (vgl. Fr. 114) zum Telegraphiren angewendeten Reflex= oder Spiegelgalvano=

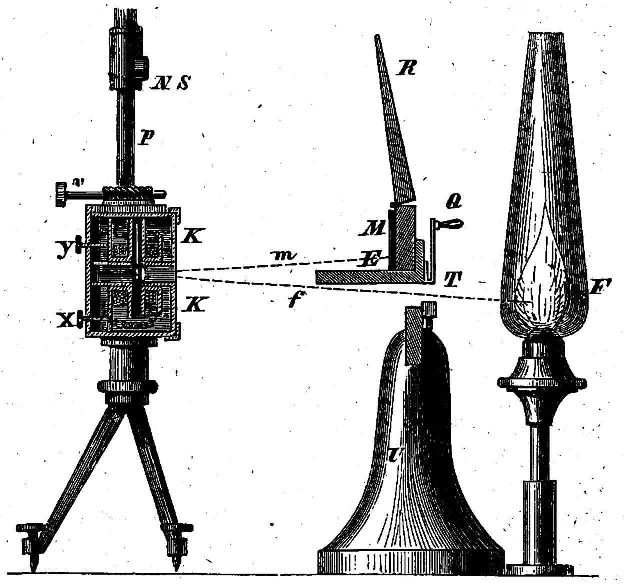


Fig. 67.

meter zurück und gab diesem Instrumente die aus Fig. 67 ersichtliche Anordnung. Das mit vielen Tausend gut isolirten Windungen eines feinen Kupferdrahtes versehene Galvanometer G wird mit den Drahtenden X und Y in die Leitung eingeschaltet. In der Mitte der Rolle hängt an einem Coconfaden ein sehr leichtes Magnetstäbchen mit einem kleinen Spiegelchen, dessen Spiegelebene mit der Verticalebene des Stäbchens zusam=

menfällt und bei der Ruhelage desselben im magnetischen Meridian liegt, in welchen auch die Drahtwindungen eingestellt werden. Der Magnetstab ist 12 Millim. lang, 2 Millim. breit und 2 Millim. dick, und wiegt mit dem Glassilberspiegelchen zusammen noch nicht 1 Gramm. Ist eine noch größere Leichtigkeit (bis herab zu 0,1 Gramm) erwünscht, so ersetzt man das Magnetstäbchen durch ein Stückchen sehr feine Uhrfeder. Die Multiplicatordrähte sind in mehrere Rollen abgetheilt und so angeordnet, daß man das Instrument für schwache und starke Ströme benutzen kann. Sie sind mittels Platten von Hartkautschuk an dem luftdicht schließenden, jede störende Einwirkung der Luftströmungen abhaltenden Gehäuse K K befestigt. Ein gekrümmter Stahlmagnet N S ist an der Aufhängeröhre p mittels eines eigenen Halters so befestigt und mittels der Mikrometerschraube v so verstellbar, daß in Folge seiner Einwirkung auf die Nadel der Spiegel den von der Flamme F durch den Spalt T auffallenden Lichtstrahl F f als m E auf den Nullpunkt der Elfenbeinscala M zurückwirft. Dabei geht der einfallende und der reflectirte Strahl durch eine kleine unmittelbar vor dem Spiegel befindliche Sammellinse. Bei Ablenkung der Nadel dreht sich der Spiegel und mit ihm, aber um einen doppelt so großen Winkel (vgl. Fr. 86), der auf die Scala geworfene Lichtstrahl (Lichtzeiger). Das Instrument steht auf einem gemauerten Pfeiler in einem dunkeln, nur dem Telegraphisten zugänglichen Zimmer; der Rahmen R hält jede weitere Verbreitung des Lampenlichts von dem Apparate ab; auch kann mittels des Schiebers Q der Spalt T geschlossen werden.

Deutlicher läßt sich die Anordnung der einzelnen Theile an dem ganz ähnlichen Marinegalvanometer, Fig. 68, erkennen, welches für den Gebrauch auf dem Schiffe beim Versenken von Telegraphentauen ins Meer bestimmt und deßhalb so eingerichtet ist, daß die Schwankungen des Schiffes selbst bei stürmischem Wetter die Stellung des Spiegelchens gegen die Scala nicht beeinflussen. Dazu ist das Magnetstäbchen a mittels eines Coconfadens sowohl oben als unten an das die Drahtwindungen tragende Holzrähmchen K K befestigt und inmitten der

Multiplicatorwindungen eingespannt. Der Coconfaden muß genau durch den gemeinschaftlichen Schwerpunkt des Stäbchens a und des Spiegels d gehen, damit letzteres bei Drehung oder Neigung der Multiplicatorrolle seine Lage gegen die auf demselben Tischbrete befestigte Scala und den darauf erscheinenden Lichtzeiger unverändert beibehält. Um den Einfluß des Erdmagnetismus auf den Magnet aufzuheben, schließt man den Multiplicator nebst Magnet und Spiegel in eine Büchse von starkem, weichen Eisen ein und stellt im Inneren dieser Büchse zugleich einen mäßig starken Hufeisen-Stahlmagnet NS so auf, daß seine Pole die Drahtrollen zwischen sich fassen. Die Richtkraft dieser Pole auf den Magnetstab a ist stärker, als die der Erde; daher stellt sich der Magnetstab bei allen Stellungen des Instruments in die durch die Pole gehende Gerade NS ein. L ist die Sammellinse vor dem Spiegelchen d; der einfallende Lichtstrahl f wird in der Richtung m auf die Scala geworfen.

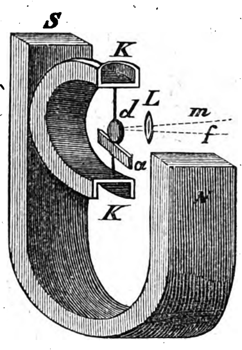


Fig. 68.

Um möglichst schnell telegraphiren zu können, einigten sich Thomson und Varley dahin, durch einen positiven Strom den Lichtzeiger nach rechts abzulenken, ihn bei Unterbrechung dieses ersten Stromes durch einen (etwas stärkeren und länger andauernden) negativen Strom in die Ruhelage zurückzuwerfen, vor Erreichung derselben aber ihn zur Verhinderung von lebhaften Schwingungen durch einen dritten (kürzeren oder schwächeren) positiven Strom aufzuhalten, die vom dritten Strome herrührende Ladung der Leitung durch einen vierten, noch kürzeren negativen Strom zu beseitigen und endlich durch einen fünften, ganz kurzen positiven Strom die Nadel in der Ruhelage zum Stillstande zu bringen. Die Dauer

der fünf Ströme war: + 100, — 156, + 80, — 32,5, + 26. Fünf auf einander folgende Ströme von entgegengesetzter Richtung lenken die Nadel nach links ab, und aus diesen beiden, positiven und negativen, Urzeichen ließ sich ein Alphabet bilden. Beim atlantischen Telegraphentau wandte man zwei gleichsinnige Urzeichen an und zwar einen Ausschlag von 15° zur Bezeichnung eines Morsestrichs, einen Ausschlag von 20° für den Morsepunkt (vgl. 13. Kap.). Bei der atlantischen Telegraphie kam aber auch der dem Schiffscodex von Marryat in gewissem Grade ähnliche Signalcodex des englischen Capitains F. J. Bolton zur Anwendung; von den fünf Theilen dieses Codex enthält der erste die Buchstaben, Ziffern, Interpunktionszeichen und Dienstphrasen, der zweite die Silben der englischen Sprache, der dritte häufig vorkommende Ortsnamen, Monate, Tage, Stunden und Signale für Handels- und politische Nachrichten, der vierte Wörter und Sätze der englischen Sprache und der fünfte alle Ortsnamen und eine Reihe von Sätzen. Bei Benutzung dieser fünf Theile telegraphirt man mit Gruppen von 2, 3, 4, 5 oder 6 Ziffern und soll eine Geschwindigkeitserhöhung von 100 Proc. erzielen.

Der Zeichengeber von Thomson und Varley zum Hervorbringen der positiven und negativen Urzeichen enthält zwei Tasten, welche auf die Enden eines Hebels wirken; die Stellung dieses Commutatorhebels bedingt aber blos das Vorzeichen der abgehenden Ströme, die Absendung der fünf Ströme bewirken zwei Schließungsräder (Fr. 119), welche auf einer Welle sitzen, die mit der während des Telegraphirens in ununterbrochener Umdrehung erhaltenen Hauptwelle durch eine Reibungskuppelung verbunden ist und beim Niederdrücken einer Taste von dieser Hauptwelle auf einer ganzen Umdrehung mitgenommen wird. Die angewandte Batterie enthält 20 Daniell'sche Elemente, deren Zinkzellen blos mit Wasser gefüllt sind, indem sich die zur Leitung des Stroms erforderliche Schwefelsäure bei Zersetzung des Kupfervitriols bildet und in die Zinkzelle übergeht.

Elftes Kapitel.

Die Zeigertelegraphen.

125. Was versteht man unter einem Zeigertelegraphen?

Bei den Zeigertelegraphen dreht sich ein Zeiger schrittweise über einer kreisrunden Scheibe und markirt hierbei einen der darauf verzeichneten Buchstaben, eine Ziffer oder ein sonstiges Zeichen dadurch, daß er vor ihm stehen bleibt. Weniger zweckmäßig ordnet man die Buchstaben und sonstige telegraphische Zeichen in Zeilen neben und unter einander an (vgl. Fr. 134). Hierbei wird der Zeiger entweder unmittelbar von einem oder mehreren Elektromagneten (z. Th. unter Mitwirkung einer Feder) in Umdrehung versetzt, welche einen Hebel abwechselnd anziehen und loslassen und dabei ein Zahnrad und mit diesem den Zeiger absatzweise fortbewegen, bis letzterer auf dem zu telegraphirenden Zeichen stehen bleibt; oder die Elektromagnete lösen blos ein Räderwerk aus, welches, durch ein Gewicht oder eine Feder getrieben, den Zeiger umdreht.

Die Zeigertelegraphen sind zwar leicht zu handhaben und empfehlen sich deßhalb besonders für Gasthäuser, größere Fabrikanlagen u. dergl.; sie haben aber im Allgemeinen den Nachtheil, daß sie viel Kraft erfordern, zu langsam arbeiten, daß die Zeichen nicht fixirt werden können, wodurch leicht Irrthümer entstehen, und daß sie complicirt, also mancherlei Störungen ausgesetzt sind.

126. Wem verdankt man die Ausbildung der Zeigertelegraphen?

Nach Ronalds (vgl. Fr. 27) machte Cooke den ersten Versuch zur Construction eines Zeigertelegraphen für Eisenbahnzwecke; weitere Verbesserungen der Zeigertelegraphen gingen von Wheatstone aus. Nächst diesem wurden namentlich von den Deutschen Drescher, Leonhard, Siemens und Halske, Fardely, Kramer, Stöhrer; den Franzosen Bréguet, Digney, Regnard, Froment; den Engländern Nott, Mapple u. A. neue und zweckmäßige Zeigertelegraphen entworfen.

127. Wie waren die ältesten von Cooke und von Wheatstone construirten Zeigertelegraphen beschaffen?

Anfänglich (März 1836) suchte Cooke die mechanische Einrichtung der Spieldosen nachzuahmen, ließ durch die Wirkung eines Stromes auf einen Elektromagnet das Triebwerk ausrücken und durch den beim Aufhören des Stromes abfallenden Ankerhebel wieder hemmen, sobald das zu telegraphirende Zeichen auf der Walze vor einem Fensterchen erschienen war; die Triebwerke beider Stationen mußten dabei in ihrem Gange übereinstimmen. Schon im Juli 1836 wandte Cooke zwei Elektromagnete in demselben Stromkreise an, welche abwechselnd einen eisernen Anker anziehen und dadurch dem frei herabhängenden Pendel, woran der Anker saß, eine hin und her gehende Bewegung ertheilen sollten; an der Pendelstange war ein Echappement befestigt, dessen Lappen abwechselnd auf das Steigrad eines den Zeiger umtreibenden Räderwerks wirkten. (Vgl. auch Fr. 110.)

Einer der ältesten Wheatstone'schen Zeigerapparate hatte kein Laufwerk, d. h. das den Zeiger treibende Echappement-Rad wurde unmittelbar durch den Elektromagnet bewegt. Wenn nämlich beim Schluß des Stroms der Elektromagnet seinen Anker anzog, so drehte ein an dem Ankerhebel angebrachter Sperrhaken jenes Rad um einen Zahn fort und rückte somit den Zeiger um ein Feld vorwärts. Beim Unterbrechen des

Stromes riß eine Feder den Anker vom Elektromagnet los, und auch dabei wurde das Rad um einen Zahn fortgerückt. Ein zweiter Elektromagnet schlug beim Anziehen seines Ankers mit dem daran befestigten Hammer an eine Glocke, um die Aufmerksamkeit zu erregen. Bei dieser Einrichtung waren jedoch drei Leitungsdrähte erforderlich, einer zur Bewegung des Zeigers, einer zum Läuten der Glocke, und der dritte als Rückleitung zum anderen Batteriepole. Bei Rückleitung durch die Erde wären blos zwei Leitungsdrähte nöthig gewesen.

Sollte der Strom durch den Elektromagnet des Glockenwerkes gesendet werden, so wurde die Batterie mit der Hand mittels einer besonderen Feder geschlossen. Das wechselnde Schließen und Oeffnen der Batterie durch die zum eigentlichen Telegraphiren bestimmten Leitungsdrähte hindurch geschah mittels einer Speichenscheibe (Schließungsrad), welche an ihrem Umfange abwechselnd kurze und lange Speichen hatte, deren jede auf der Scheibe selbst mit einem Buchstaben 2c. bezeichnet war. Eine unter der Scheibe befindliche Feder schloß die Batterie, so oft sie sich an einen Metallstift anlegte. Trat nun dieser Feder eine lange Speiche gegenüber, so drückte sie die Feder nieder, entfernte sie dadurch von dem Stifte und öffnete die Kette; trat eine kurze Speiche der Feder gegenüber, so ging letztere empor und schloß den Strom. Da so die Speichenscheibe bei ihrer schrittweisen Umdrehung die Batterie abwechselnd schloß und öffnete und da ihre Buchstaben denen der Zeigerscheibe genau entsprachen, so zeigte der Zeiger stets auf den Buchstaben, dessen Speiche der Feder gegenüberstand. Jede Station brauchte eine Speichen- und eine Zeigerscheibe, um ebensowohl Zeichen empfangen, als geben zu können.

128. Welche Einrichtung hatten die späteren Wheatstone'schen Zeigertelegraphen mit Laufwerk?

Da bei dem soeben beschriebenen Zeigerapparate immer noch ein ziemlich starker Strom nöthig war, um den Anker so kräftig anzuziehen, daß dadurch die Fortrückung des Zahnrades und des Zeigers mit Sicherheit erfolgte, so übertrug Wheatstone

einem besonderen Laufwerke I, II, III (Fig. 69) mit Gewicht G die Bewegung des Steigrades III und des auf die Achse desselben aufgesteckten Zeigers Z. Der galvanische Strom brauchte

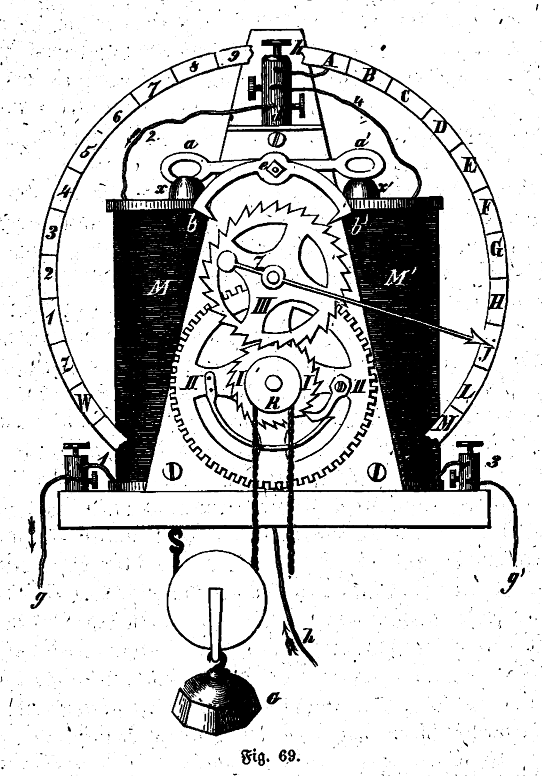


Fig. 69.

dann blos mittels einer Hemmung oder eines Echappements e das Steigrad III bald anzuhalten, bald freizulassen. Das Echappement e sitzt auf der nämlichen Achse mit einem gleicharmigen Hebel a a'; von den beiden in diesen Hebel eingesteckten eisernen Ankern a und a' wird bald der eine, bald der andere

von den Polen x oder x′ der Elektromagnete M und M′ angezogen, da der elektrische Strom abwechselnd durch den einen oder den anderen geleitet wird. Die Speichenscheibe enthält eine Metallscheibe K (Fig. 70), welche um horizontale Zapfen in Metallständern SS drehbar ist und an ihrem Umfange halb so viel gleichgroße Einschnitte hat, als Zeichen zu geben sind.

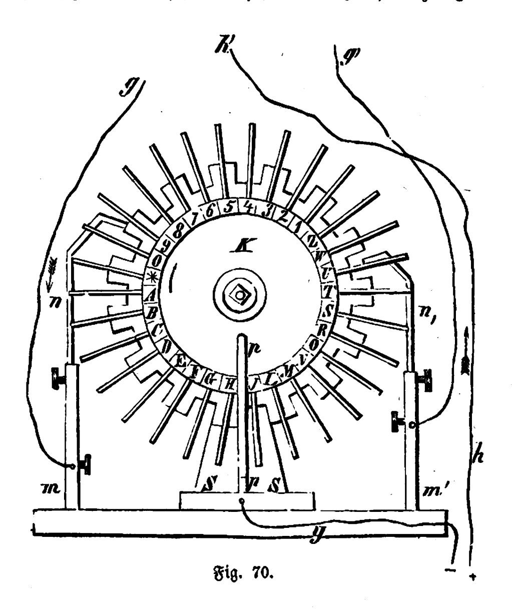


Fig. 70.

Jeder Vorsprung und jeder Einschnitt ist mit einem Buchstaben oder einer Ziffer bezeichnet und hat eine in der Verlängerung des Halbmessers befindliche Speiche. In zwei hohle Messingsäulchen m und m′ zu beiden Seiten des Schließungsrades K sind zwei federnde Messingstäbchen n und n′ so eingesteckt, daß bei jeder Stellung von K der eine Stab auf einem Vorsprunge des Rades liegt, während der andere vor einem Einschnitte steht, das Rad also nicht berührt; bei der Umdrehung des Rades K

tritt also abwechselnd das eine oder das andere jener Messingsäulchen durch das Rad mit dem Ständer SS in metallische Berührung. Man erfaßt die auf das zu gebende Zeichen weisende Speiche mit dem Finger und dreht damit das Rad gleichmäßig in Richtung des Pfeiles herum, bis die zugehörige Speiche an dem senkrechten Stab pp anlangt, also senkrecht nach unten steht. Von dem negativen Batteriepole ist in der telegraphirenden Station der Draht y nach dem Ständer SS, von dem positiven der Leitungsdraht hh' nach der Empfangsstation und zwar zur oberen Klemme d des Zeichenempfängers (Fig. 69) geführt; ferner sind von den Messingsäulchen m und m' ein zweiter und dritter Leitungsdraht g und g' nach der Empfangsstation gespannt und daselbst mit den Klemmen 1 und 3 des Empfangsapparates verbunden. Von den Klemmen 1 und 3 führen die Drähte 2 und 4 um die Elektromagnete M und M', beide nach der oberen Klemme d.

Bei der in Fig. 70 angegebenen Stellung des Speichenrades K geht nun z. B. der Strom durch den Leitungsdraht hh' in die Klemme d, in den Draht 2 und durch die Spulen des Elektromagnetes M in die Klemme 1, durch den Leitungsdraht g in das Säulchen m, über n in das Rad K, den Ständer SS und im Drahte y nach dem negativen Pole der Batterie. Der Magnetpol x zieht den Anker a an und legt dabei den Lappen b hemmend in das Rad III ein. Wird dann das Rad K um eine Speiche gedreht, so daß n' mit dem Rade in Berührung, dagegen n vor einen Zwischenraum tritt, so geht der Strom durch den Leitungsdraht hh' nach d, von hier aus aber durch den Elektromagnet M', den Leitungsdraht g', zum Säulchen m' und über n' und den Ständer SS zurück zum —Batteriepole. Jetzt wird der Anker a' von dem Pol x' angezogen, wobei sich der Haken b' in das Rad III einlegt, nachdem der Zeiger Z durch das von dem Gewicht G getriebene Räderwerk um ein Feld weiter gerückt ist, so daß er nun auf dem Buchstaben L steht. Wurde also der Zeiger anfangs auf denjenigen Buchstaben eingestellt, welcher der am Säulchen pp stehenden Speiche entspricht, so zeigt er auch bei der Drehung der Scheibe K immer

auf den Buchstaben, dessen Speiche eben senkrecht nach unten steht.

Soll jede der beiden Stationen Telegramme nicht nur absenden, sondern auch empfangen können, so muß jede ein Speichenrad und einen Zeigerapparat erhalten. Zu deren Verbindung reichen die drei bereits besprochenen Leitungsdrähte ebenfalls aus. Auf beiden Stationen könnte man z. B. die Verbindung zwischen m und 1, m′ und 3 beibehalten, den negativen Pol mit S und den positiven mit d verbinden, die beiden Klemmen d durch den ersten, die Drahtenden 2 und 4 der Elektromagnete der einen Station mit den gleichnamigen 2 und 4 der andern Station (unter Umgehung der Klemme d) durch den zweiten und dritten Leitungsdraht verbinden. Die empfangende Station hätte dann nur (etwa durch Beseitigung des Drahtes y) ihre Batterie auszuschalten und dafür m und m′ mit d leitend zu verbinden, damit die von der telegraphirenden Station kommenden Ströme ungehindert nach ihrem Durchgange durch die Elektromagnete nach der telegraphirenden Station zurück gelangen können. Werden in ganz ähnlicher Weise noch Zwischenstationen mit ihren Elektromagneten in die zweite und dritte Leitung eingeschaltet, so haben diese, so lange sie nicht selbst Zeichen geben, ebenfalls den Draht y auszuschalten, können dagegen mit ihrem an die Klemme d geführten positiven Pole mit der ersten Leitung verbunden bleiben. Der Draht zwischen den Klemmen d und d läßt sich übrigens durch die Erdleitung ersetzen. Man braucht aber gar blos einen Leitungsdraht zwischen den beiden Stationen, wenn man zur Rückleitung die Erde benutzt und wenn man nur einen Elektromagnet und nur ein Säulchen m n am Speichenrad anwendet; dann muß aber, so oft dieses Säulchen m n außer Berührung mit dem Speichenrade tritt, der Strom also unterbrochen ist, der Anker vom Elektromagnet durch eine Feder losgerissen werden, damit auch bei jeder Unterbrechung des Stromes der Zeiger um ein Feld vorwärts rückt. Fig. 71 zeigt eine solche Anordnung. M ist der Elektromagnet, A der Anker und r die Abreißfeder, deren Spannung durch die Schraube R regulirt wird. Zum

Schließen und Unterbrechen des Stromes könnte dann anstatt des Speichenrades auch eine andere Vorrichtung gebraucht werden, z. B. ein Morse-Taster (vgl. Fr. 160). Im letztern Falle verband Fardely in Mannheim sehr einfach die von der einen Seite kommende Telegraphenleitung mit der Klemme (in Fig. 69

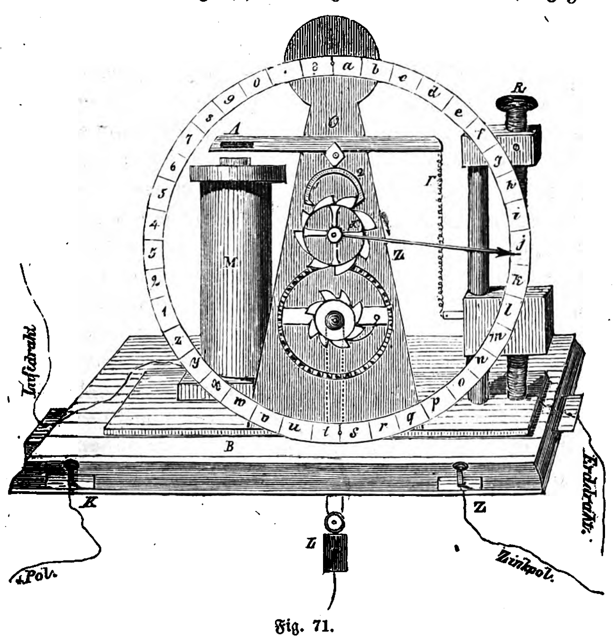


Fig. 71.

die Klemme d), worin die Elektromagnetumwickelungen enden, die nach der andern Seite weiter gehende Telegraphenleitung oder bei einer Endstation die Erdleitung mit dem Ständer S S (Fig. 70), ferner den negativen Batteriepol mit dem Messingsäulchen m, den positiven mit der das zweite Ende der Elektromagnet-Umwickelung aufnehmenden Klemme (in Fig. 69 Klemme 1) und sorgte dafür, daß letztere Klemme in der Ruhestellung (jedoch bei keiner anderen Stellung) des Speichenrades

mit diesem oder dem Ständer SS durch einen besonderen Draht in Verbindung trat. Letzteres kann dadurch am leichtesten erreicht werden, daß eine mit jener Klemme 1 verbundene Metallfeder einen auf der Achse des Speichenrades sitzenden Metallstift dann berührt, wenn die mit * bezeichnete Speiche senkrecht nach unten steht (Ruhestellung). Noch besser läßt man durch die Wirkung dieses Stiftes auf die Feder zugleich die Verbindung zwischen der Feder und dem positiven Batteriepole unterbrechen.

In Bezug auf die Zeigerscheibe ist noch zu erwähnen, daß dieselbe drei concentrische Ringe mit Zeichen enthält, so daß der Zeiger bei jedem Stande auf drei verschiedene Zeichen hinzeigt. Einer dieser Ringe enthält die Buchstaben und als erstes und zweites Feld die Wörter: „Wort“ und „Ziffer“, der zweite Ring enthält häufig vorkommende Wörter und der dritte Ring Ziffern. Wird nun vom Nullpunkte aus der Zeiger erst auf „Wort“ gestellt, so gelten für diesen Zeigerumlauf nur die Wörter des zweiten Ringes; wird dagegen der Zeiger zuerst auf „Ziffer“ gestellt, so gelten für diesen Umlauf nur die Ziffern des dritten Ringes. Sonst gelten nur die Buchstaben. Durch diese Einrichtung wird die Zahl der Zeichen, welche telegraphirt werden können, sehr vermehrt; wollte man diese durch Vermehrung der Einschnitte in dem Speichenrade erreichen, so würde dabei das Telegraphiren sich merklich verlangsamen.

129. Wie ist der Zeigertelegraph von Siemens und Halske eingerichtet?

Der Zeigertelegraph von Siemens und Halske in Berlin, unzweifelhaft einer der sinnreichsten und vollkommensten, enthält außer dem eigentlichen Zeigerapparate noch einen Weckerapparat. Fig. 72 zeigt rechts den Weckerapparat, links den Zeigerapparat; beide sind in einer runden Messingkapsel CC′ eingeschlossen. In ersterem sind NN die Pole eines Elektromagnetes, dessen Eisenkerne unter dem Kapsel-Deckel senkrecht gegen denselben stehen; den aufwärts gebogenen Polplatten gegenüber stehen die flachen Enden eines doppelarmigen

Ankers BB, der um eine senkrechte Achse drehbar ist. Der mit diesem Anker fest verbundene Arm f trägt am Ende einen Klöppel, welcher an die Glocke G anschlägt, so oft der Anker BB in Folge der Anziehung des Elektromagnetes sich dreht. Die Verlängerung i des linken Ankerarmes liegt zwischen den

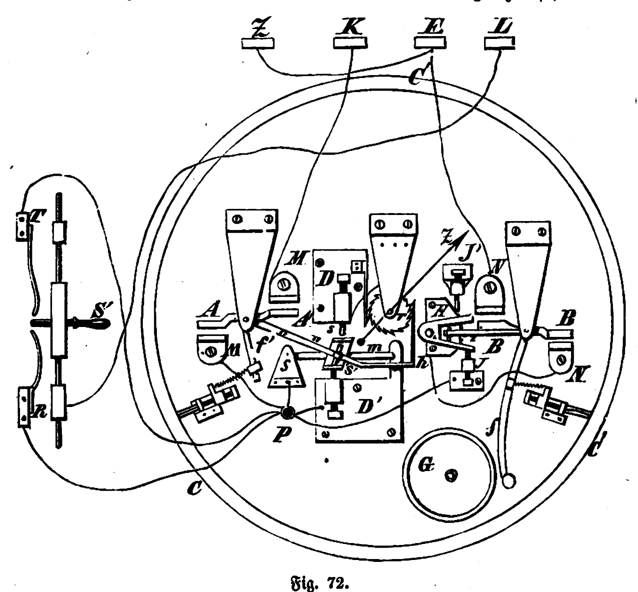


Fig. 72.

zwei Schenkeln eines gabelförmigen, um einen senkrechten Zapfen drehbaren Metallstückes H, ist aber durch Elfenbeinstifte an seinem Ende gegen H isolirt. Die metallenen Stellschrauben J und J'. begrenzen die Bewegung der Gabel H. Die Umwindungen des Elektromagnetes NN sind in die von der Klemme E (Erde) und von der Gabel H nach N und N laufenden Drähte eingeschaltet; von der Schraube J führt ein Draht durch das Loch P nach der Klemme und Contactfeder R. Geht nun ein Strom von dem positiven Pol Z einer Batterie über E durch die

Windungen des Elektromagnetes, hierauf in die im Ruhestande stets an der Schraube J anliegende Gabel H und über P zum andern, nach R geführten Batteriepole, so ziehen die Pole N N des Elektromagnetes die Ankerenden B B an, und der Klöppel schlägt an die Glocke G; gleichzeitig rückt aber der Arm i die Gabel H an J' und unterbricht somit den Strom, sobald sich H von J entfernt. Eine Spiralfeder zieht darauf den Arm f zurück, bis der Arm i die Gabel H wieder an die Schraube J andrückt und dadurch der Strom wiederhergestellt wird, worauf ein abermaliges Anschlagen an die Glocke erfolgt. Dieser Wecker mit Selbstunterbrechung (vgl. Fr. 101) besorgt also selbstthätig die Schließung und Unterbrechung des Stroms und macht dabei die Glocke ertönen.

In dem zugehörigen Zeigerapparate sind M M die Pole des Elektromagnetes, A A' die Enden seines um eine verticale Achse drehbaren Ankers, an welchem die beiden Arme f' und o n h festsitzen. Letzterer trägt an seinem äußersten Ende einen Zughaken, welcher in das stählerne Sperrrädchen r eingreift; dieses Rädchen kann sich nur nach einer Richtung herumdrehen, da ein an der linken Seite des Rädchens auf dem Fuße D befestigter Sperrhaken die Bewegung nach der entgegengesetzten Richtung verhindert. Sobald der Anker A A' von dem Elektromagnet M M angezogen wird, greift der Haken h um einen Zahn des stillstehenden Rädchens r weiter; wenn dann nach dem Aufhören des elektrischen Stromes der Anker durch die am Arme f' befestigte Feder wieder zurückgezogen wird, so rückt h das Rädchen r um einen Zahn fort, und der auf derselben Achse sitzende, über dem Deckel des Apparates befindliche Zeiger Z springt um einen Buchstaben oder überhaupt um ein Feld weiter. Dies geschieht also bei jedem Spiele des Ankers A A', d. h. bei jeder Anziehung und darauf folgenden Entfernung des Ankers von den Polen des Elektromagnetes. Von den Drahtenden des Elektromagnetes ist eins in die Klemme K eingeschraubt, das andere mit der Messingplatte S verbunden; von dem Messinggestelle D' geht ein Draht durch die Oeffnung P nach der Klemme T und deren Contactfeder. Die hin- und hergehende Bewegung des Armes o

wird ebenfalls durch Selbstunterbrechung des Stromes hervorgebracht. Zu dem Ende ist auf eine in der Messingplatte S liegende Achse ein nahe unter dem Arme o hinlaufender Messingstreifen m aufgesteckt, auf welchem ungefähr in der Mitte ein kleiner metallener Schlitten ss′ mit metallenen vorstehenden Rändern befestigt ist. Der Arm o ist durch elfenbeinerne Stifte gegen den Schlitten isolirt und nimmt bei seinem Hin- und Hergehen den Schlitten und den Streifen mit, so daß ss und dadurch m abwechselnd mit den Schrauben D und D′ in metallische Berührung kommt. Im Ruhestande des Apparates, wo der Anker AA′ nicht angezogen ist, drückt ein Elfenbeinstift am Hebel o den Rand s′ gegen die Schraube D′. Wenn bei T ein Strom eintritt, so geht derselbe durch D′, s′, m, S, durch die Windungen des Elektromagnetes M nach K u. s. w.; dadurch wird der Anker AA′ angezogen und der Haken bei h greift in den nächsten Zahn des Rädchens r; gleichzeitig rückt aber auch der Schlitten ss′ an die Schraube D, wodurch die Verbindung zwischen s′ und D′ und damit der Strom unterbrochen ist. Da jetzt der Elektromagnet den Anker AA′ nicht mehr anzieht, so wird derselbe durch die Spiralfeder an f′ in seine vorige Lage zurückgebracht, wobei h den ergriffenen Zahn mit zurückzieht und dadurch den Zeiger auf den nächsten Buchstaben fortrückt. Beim Zurückgehen von AA′ wird aber die Verbindung von s′ und D′ wiederhergestellt, also der Strom von Neuem geschlossen. Indem sich dieses Spiel wiederholt, geht der Zeiger z sprungweise von einem Felde der Zeigerscheibe zum andern, so lange, als die Batterie eingeschaltet bleibt oder bis ein mechanisches Hinderniß den Zeiger anhält. Innerhalb des Schlittens ss′ haben die Elfenbeinstifte des Armes o einen kleinen Spielraum, so daß der Arm o den Schlitten erst mitnimmt, nachdem er selbst schon einen Theil seines Wegs zurückgelegt hat; dadurch werden die Ströme etwas verlängert und das Spiel des Apparates sicherer.

Auf der Zeichenscheibe befindet sich, jedem Buchstaben gegenüber, eine Taste, welche niedergedrückt werden kann und beim Loslassen durch eine Feder wieder emporgeht. Die Achse des

Stahlrädchens r trägt unter der Zeichenscheibe einen dem Zeiger parallelen Arm. Wird nun, während der Zeiger umläuft, bei irgend einem Buchstaben die Taste niedergedrückt, so tritt ein unten an der Taste sitzender senkrechter Messingstift jenem Arme hemmend entgegen, so daß mit diesem zugleich der Zeiger z zum Stillstande gebracht und der Strom dauernd unterbrochen wird, indem der Haken h zwar noch in den nächsten Zahn eingreift, denselben aber nicht mit fortnehmen, die eben unterbrochene Verbindung zwischen D′ und s′ also nicht wieder herstellen kann. Es bleiben daher die Zeiger aller eingeschalteten Stationen so lange auf dem Buchstaben stehen, dessen Taste niedergedrückt worden ist, bis die Taste wieder losgelassen wird.

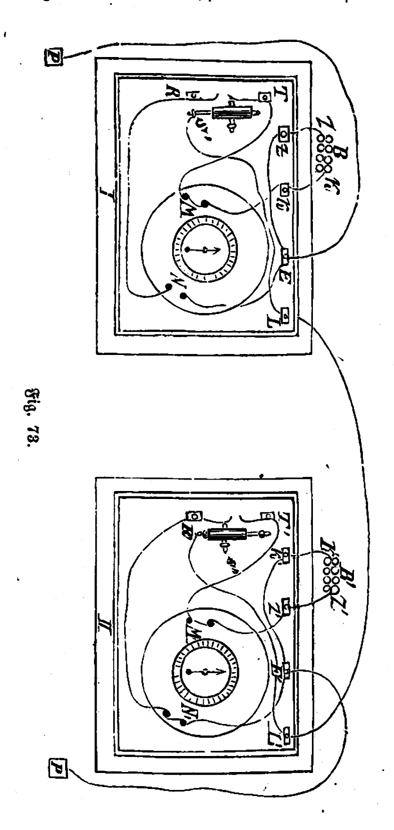


Fig. 73.

Fig. 73 zeigt die Einschaltung dieser Zeigerapparate für zwei Stationen I und II. Auf beiden Stationen sind die Drahtverbindungen dieselben, mit Ausnahme der Polverbindung der Batterie. Auf der Station I steht nämlich die Klemme E mit dem Zinkpol Z, auf der Station II dieselbe Klemme E′ mit dem Kupferpol K′ in Verbindung. Die Klemmen E und E′ sind mit den Erdplatten P und P, L und L′ mit den Enden des

Leitungsdrahtes verbunden. Der Schieber S′ (Fig. 72) läßt sich an einer Messingstange hin- und herschieben und so entweder mit der Contactfeder R oder mit T in Berührung bringen; bei der Stellung des Schiebers zwischen R und T, wie in Fig. 72, ist der Stromkreis offen. Ein Galvanoskop (vgl. Fr. 85) ist in den von dem Schieber nach der Leitungsklemme L laufenden Draht eingeschaltet. In der Ruhelage stehen die Schieber S′ und S″ beider Stationen auf R und R′; bei dieser Stellung kann kein Strom in die Leitung gelangen, weil die mit den Batterien verbundenen Klemmen T und T′ isolirt sind. Beim ·graphiren wird auf folgende Weise verfahren: Wenn die ·ation I nach II hin telegraphiren will, so rückt sie den ·ieber S′ an T, um dadurch die Batterie B in die Leitung ·nzuschalten; der Strom derselben geht vom K-Pol aus über K, M, T, S′, L in die Leitung nach Station II, dann über L′, S″, R′, N′, E′, P in die Erde und zurück nach P, E, Z zum Z-Pole der Station I. Dieser Strom geht also durch den Zeigermagnet M der Station I und durch den Weckermagnet N′ der Station II. Weil jedoch die Feder (Fig. 72) des Zeigermagnetes viel stärker angespannt ist als die Feder des Weckermagnetes, so setzt der Strom nur den Wecker der Station II, nicht aber den Zeigerapparat der eigenen Station in Bewegung. Der Telegraphist in Station II stellt dann, durch den Wecker aufmerksam gemacht, seinen Schieber S″ auf T′ und nun befinden sich beide Batterien B und B′, und beide Zeigermagnete M und M′, in der Leitung. Der Strom nimmt nun folgenden Weg: K-Pol, K, M, T, S′, L, Leitung, L′, S″, T′, M′, Z′, K′, E′, P, Erde, P, E, Z, Z-Pol. Da jetzt beide Batterien gleichzeitig Ströme von gleicher Richtung liefern, so reicht die Gesammtstromstärke hin, um auf beiden Stationen durch die Zeigermagnete die Zeiger in gleichmäßigen Gang zu bringen. Sobald dann eine der beiden Stationen eine Taste niederdrückt, hält der Zeiger auf dieser Station an dem dadurch eingeschobenen Stifte an und der Strom wird jetzt bleibend unterbrochen, weßhalb auch der Zeiger der entfernten Station auf demselben Felde stehen bleibt.

130. Was ist das Wesentliche am Zeigertelegraph von Drescher?

Bei dem Zeigertelegraphen von Drescher in Cassel wurde das Steigrad, auf dessen Achse der Zeiger vor der Buchstabenscheibe des Zeichenempfängers saß, unmittelbar durch die Wirkung eines Echappements umgetrieben, welches sich durch die abwechselnde Wirkung des Stroms auf einen Elektromagnet und einer Abreißfeder hin- und herbewegte. Die Mantelfläche des Steigrades bildete einen zickzackförmigen, kronenartig vorstehenden Rand, auf welchen die Echappementgabel einwirkte. Die Schließung und Unterbrechung des Stromes besorgt ein Laufwerk mittels eines von ihm getriebenen Schließungsrades. Das Laufwerk trieb zugleich einen zweiten Zeiger hinter der Buchstabenscheibe des Zeichenempfängers; neben jedem Buchstaben dieser Scheibe befand sich ein Knopf, welcher, wenn er eingedrückt wurde, den zweiten Zeiger bei dem entsprechenden Buchstaben aufhielt und so das Laufwerk arretirte. Auf der telegraphirenden Station waren demnach beide Zeiger und das Uhrwerk in Gang, auf der empfangenden Station stand das Uhrwerk still und nur der Zeiger des Empfangsapparates lief um.

131. Worin liegt das Wesen von Kramer's Zeigertelegraphen?

Der Zeigertelegraph von Dr. Kramer in Nordhausen war dem Wheatstone'schen Zeigerapparat mit Laufwerk ähnlich; allein der Strom versetzte auf der Empfangsstation nicht den Zeiger unmittelbar in Umdrehung, sondern diente nur dazu, den auf einem Winkelhebel sitzenden leichten Anker eines Elektromagnetes anzuziehen und wieder loszulassen und dadurch eine zweite Batterie, die Localbatterie, abwechselnd zu öffnen und zu schließen, deren Strom erst den Zeiger bewegte. Es war dies daher ein Zeigerapparat mit Uebertrager (Relais, vgl. Fr. 165). Kramer nannte den von ihm angewandten Uebertrager das Pendel. Der Strom der Localbatterie konnte wegen des in seinem Schließungskreise vorhande-

nen nur geringen Widerstandes leicht sehr kräftig magnetisirend wirken. Das Laufwerk trieb den Zeiger und bewirkte mittels des auf der Achse des Steigrades sitzenden Schließungsrades auch das Schließen und Oeffnen der Telegraphirbatterie.

132. Welche Zeigertelegraphen construirte Bréguet?

Im Jahre 1845 ahmte Bréguet durch einen Zeigertelegraphen (den französischen Staatstelegraphen) den optischen Telegraphen von Chappe nach, damit die an letzterem verwendeten Telegraphisten gleich an dem neuen Telegraphen Dienst thun könnten. Der Zeichenempfänger (Recepteur) enthielt zwei Uhrwerke, deren jedes einen Zeiger sprungweise um je 45° fortbewegte, wenn das Echappement sich abwechselnd durch elektromagnetische Anziehung oder Federkraft bewegte. Dieser Telegraph erforderte zwei Leitungen.

Der französische Eisenbahntelegraph von Bréguet (1849) telegraphirt sämmtliche Buchstaben. Unter der Buchstabenscheibe des Zeichengebers (Manipulateur) liegt eine mit der als Zeiger dienenden Kurbel fest verbundene Scheibe mit einer in sich zurücklaufenden schlangenförmigen Furche, in welche ein Stift eines metallenen Hebels hineinragt, so daß der um eine mit der Luftleitung verbundene metallene Achse drehbare Hebel, bei Umdrehung der Furchenscheibe mittels der Kurbel, mit seinem federnden Ende zwischen zwei Stellschrauben hin und her geht und so die Batterie abwechselnd schließt und öffnet, da ein Batteriepol mit der Erde, der andere mit der einen Stellschraube verbunden ist. Im Zeichenempfänger bewegt der Strom das Echappement des von einem Uhrwerke getriebenen Steigrades.

133. Wie ist Hagendorf's Zeigertelegraph beschaffen?

Der Zeichengeber des sehr einfachen Haus- und Comptoirtelegraphen von O. Hagendorf in Kalk bei Köln hat auf der Kurbelachse zwei gegeneinander um einen halben Zahn verstellte Sperrräder sitzen, in welche abwechselnd zwei die Rückwärtsdrehung der Kurbel verhütende Sperrkegel einfallen; diese Sperrkegel wirken auf zwei Messingfedern, von denen die zweite,

mit der Luftleitung verbundene, für gewöhnlich (wo der zweite Sperrkegel im Sperrrade liegt) eine dritte nach dem Empfangsapparate führende Messingfeder berührt, während beim Heben des zweiten und Einfallen des ersten Sperrkegels diese Berührung aufgehoben wird und dafür die erste und zweite Feder sich einander nähern, bis sie sich berühren und so endlich die zweite mit der ersten und durch diese mit dem einen Batteriepole in Verbindung gesetzt wird, so daß der Strom jetzt in die Leitung gesendet wird. Das Spiel des Elektromagnetankers im Empfangsapparate überträgt ein Arm auf die Drehachse des Echappements für das von einem Uhrwerk getriebene Steigrad, auf dessen Achse der Zeiger sitzt.

134. Welche Eigenthümlichkeit hat der Zeigertelegraph von Froment?

Der Zeichengeber der Froment'schen Zeigertelegraphen enthält unter einer Claviatur, deren in zwei Reihen angeordnete Tasten mit den Buchstaben beschrieben sind, eine von dem Uhrwerke in Umdrehung versetzte horizontale Stahlwalze, aus welcher in einer Spirallinie neben einander stehende Aufhaltstifte vorstehen. Quer unter den Tasten liegt eine horizontale Stange, welche beim Niederdrücken jeder Taste von dieser getroffen wird und nun sich um ihre Achse etwas nach unten dreht, dabei gegen einen Sperrhebel stößt, diesen aus seinem Sperrrade aushebt und so das Uhrwerk auslöst; letzteres läuft dann so lange um, bis der Aufhaltstift der Stahlwalze, welcher zur niedergedrückten Taste gehört, sich an einen an der Unterseite der Taste vorstehenden Aufhaltstift anlegt und das Uhrwerk aufhält. Auf der Achse der Stahlwalze sitzt eine Furchenscheibe und bewegt bei ihrer Umdrehung (ähnlich wie bei Bréguet's Telegraph) den die Batterie schließenden und wieder unterbrechenden Hebel. Fühlt der Telegraphirende den Stoß des Walzenstiftes gegen den Aufhaltstift der Taste, so kann er die Taste loslassen und die dem nächsten Buchstaben entsprechende Taste niederdrücken. Geschieht letzteres nicht, so hebt sich die horizontale Stange durch Federwirkung und der Sperrhebel hält

das Uhrwerk an. Im Zeichenempfänger sitzt der Anker des horizontal liegenden Elektromagnetes an einem Hebel, welcher abwechselnd durch die Strom- und Federwirkung mittels eines Zwischenhebels das Echappement des auf die Zeigerachse aufgesteckten Steigrades hin- und herbewegt.

135. Wodurch zeichnet sich Regnard's Zeigertelegraph aus?

Bei dem Zeigertelegraphen von Regnard geht der Zeiger (wie auch an dem 1848 erfundenen Zeigertelegraphen von Mapple) nach jedem Zeichen in die Ruhelage zurück, damit ein bei dem einen Zeichen etwa begangener Fehler sich nicht fortpflanze und so auch die noch nachfolgenden Zeichen fehlerhaft mache; der Zeiger ist außerdem in eigenthümlicher Weise mit zwei Kurbeln verbunden und wird von diesen durch zwei Steigräder bewegt, deren jedes durch ein besonderes Uhrwerk getrieben wird; die Echappements der beiden Steigräder werden durch die Anker zweier Elektromagnete bewegt, von denen der eine nur angezogen wird, wenn ein positiver, und der andere, wenn ein negativer Strom die Leitung durchfließt; der Zeiger beschreibt dabei keinen Kreis, sondern seine Spitze streicht über die in sieben Reihen auf einem Schirm stehenden Buchstaben hin; ein drittes Uhrwerk führt den Zeiger in die Ruhelage zurück.

136. Welche Einrichtung hat Stöhrer's Zeigerapparat?

Stöhrer in Leipzig betrieb seinen Zeigertelegraph nicht mit Batterieströmen, sondern mit magneto-elektrischen Inductionsströmen. Die Umdrehung des Zeigers wurde nicht durch abwechselndes Unterbrechen und Wiederherstellen des Stromes, sondern durch fortwährende Umkehrung desselben und durch den dadurch hervorgerufenen Polwechsel eines Elektromagnetes bewirkt. (Vgl. auch Fr. 105).

Ein mittels eines Schlüssels aufgezogenes Triebwerk mit Gewicht setzt die Magneto-Inductionsmaschine in Gang, sobald es durch Herausziehen eines als Bremse wirkenden Schiebers losgelassen wird, wobei ein Centrifugalregulator seine Ge-

schwindigkeit regulirt. Die Schenkel des Stahlmagnetes, vor welchem die Inductionsrollen sich drehen, sind durch eine Armatur geschlossen, wodurch der Magnetismus ungeschwächt erhalten wird. Die Inductionsmaschine liefert bei jeder Umdrehung zwei entgegengesetzt gerichtete Ströme, welche in dem von ihnen umkreisten Elektromagneten bei jeder halben Umdrehung einen Polwechsel hervorbringen. In Fig. 74 stellen die punktirten Kreise m und m' die Pole dieses Elektromagnetes vor. Der Pol N eines permanenten Stahlmagnetes macht den zwischen m und m' liegenden eisernen Lappen B stark magnetisch. Da nun die Pole m und m' des Elektromagnetes bei jeder halben Umdrehung der Inductionsmaschine ihre Polarität umkehren, so wird der Lappen B bald von m angezogen und von m' abgestoßen, bald von m' angezogen und von m abgestoßen. Dies bewirkt eine hin- und hergehende Bewegung des mit B auf derselben horizontalen Achse c sitzenden stählernen Doppelhakens A, welcher in die entsprechend gestalteten Zähne des Steigrades R eingreift und dasselbe stoßweise jedesmal um einen halben Zahn umdreht. Der auf der Achse des Rades R sitzende Zeiger rückt daher bei jeder halben Umdrehung der Inductionsmaschine um eins der auf der Zeigerscheibe vorhandenen 36 Felder vorwärts. Unter dem Zeiger ist ein um die Zeigerachse drehbarer Arm von Messing angebracht, welcher sich vor- und rückwärts auf ein beliebiges Zeichen stellen läßt. Dieser Führungsarm trägt einen Hebel, welcher vom Zeiger niedergedrückt wird, wenn letzterer über denselben zu stehen kommt. Der Strom muß von der Maschine aus durch den erwähnten Hebel laufen, ehe er zu den Drahtrollen des Elektromagnetes gelangt. So lange der Zeiger den Hebel niederhält, ist die Inductionsmaschine aus der Leitung ausge-

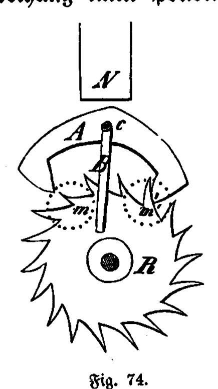


Fig. 74.

schaltet und sendet selbst bei ihrer Umdrehung keine Ströme durch die Apparate; dagegen ist der Elektromagnet zum Empfangen von Zeichen in die Leitung eingeschaltet. Wird der Führungsarm mit dem Hebel vom Zeiger auf irgend ein anderes Feld gestellt und die Bremse der Inductionsmaschine gelüftet, so gehen die abwechselnden Ströme durch die Leitung und bewegen die Zeiger sämmtlicher Apparate so lange vorwärts, bis sie auf jenes Feld kommen, worauf sich der Führungsarm des telegraphirenden Apparates befindet. Dann ist der Strom unterbrochen, und es bleiben sämmtliche Zeiger stehen, bis der Führungsarm des telegraphirenden Apparates wieder auf ein anderes Feld gestellt wird.

Im Ruhezustande steht der Führungsarm und Zeiger auf dem untersten leeren Felde der Zeichenscheibe. Will man telegraphiren, so löst man die Bremse, um die Inductionsmaschine in Gang zu bringen, dreht dann den Führungsarm auf dem kürzesten Wege vor- oder rückwärts beliebig schnell auf ein Zeichen; der Zeiger, immer rechts umgehend, folgt sofort nach und bleibt auf jenem Zeichen stehen, bis der Führungsarm weitergerückt wird, worauf der Zeiger wieder nachfolgt. Dasselbe thun die Zeiger aller in die Leitung eingeschalteten Apparate, in denen bei eingeschobener Bremse der Strom zwar nicht den Führungsarm, wohl aber die Spiralen des Elektromagnetes durchläuft. Daher geht beim Zeichenempfangen der Zeiger über den Führungsarm hinweg, ohne von demselben angehalten zu werden.

Die Stöhrer'schen Zeigerapparate waren seit 1847 an sächsischen und bayerischen Eisenbahnen in Gebrauch, wurden aber in Sachsen durch Morse'sche Schreibapparate und in Bayern durch magneto-elektrische Zeigerapparate von Siemens und Halske ersetzt.

137. Welche Inductionszeigertelegraphen sind sonst noch zu erwähnen?

Einen in London mehrfach benutzten, einfachen und zuverlässigen Zeigertelegraphen für Magneto-Inductionsströme con-

struirte Wheatstone. Den Anker des Elektromagnetes im Zeichenempfänger bilden zwei schwach gebogene Magnetstäbe ab und cd (Fig. 75), welche durch drei Plättchen e, f, g unter sich und mit der gemeinschaftlichen Drehachse A verbunden sind. Die Pole a und d der Stäbe sind gleichnamig, eben so b und c; ihnen liegen die durch aufgesetzte Polplatten (ähnlich

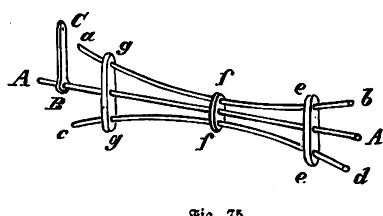


Fig. 75.

wie in Fig. 66) verlängerten Enden der Kerne von zwei, zu beiden Seiten der Achse A befindlichen, stabförmigen Elektromagneten gegenüber. Die Drehachse des Steigrades ist mit dem einen Ende bei C in dem auf der Achse A aufgesteckten (beweglichen) Arm BC eingelagert, mit dem anderen Ende fest im Centrum einer kleinen Scheibe, welche auf der Zeigerachse sitzt und ihrerseits durch einen Mitnehmer auf der Steigradachse in Umdrehung versetzt wird, wenn letztere beim Spiel des Ankers abdc um die Achse A mit ihrem Ende C etwas hin- und hergeht, wobei das Steigrad abwechselnd durch zwei feststehende Sperrhaken erfaßt und schrittweise umgedreht wird.

Ziemliche Verbreitung erlangte ferner der sehr handliche Telegraph von Siemens und Halske; der Inductor enthält einen langen, von der Inductionsrolle umgebenen Eisencylinder zwischen den Schenkeln von 12 Paaren übereinanderliegender Stabmagnete. Wird die Kurbel über der Buchstabenscheibe gedreht, so überträgt ein Zahnrad und Getriebe die Drehung auf den Cylinder, und bei jeder halben Umdrehung desselben läuft ein Inductionsstrom durch die Inductionsrolle. Im Zeichenempfänger liegen die flügelförmigen Ansätze von dem um seine Achse drehbaren Kern des Elektromagnets zwischen zwei permanenten Hufeisenmagneten, welche diesen Kern, so lange er unmagnetisch ist, gleich stark anziehen, während der durch die wechselnden

Inductionsströme magnetisirte Kern abwechselnd von dem ersten oder zweiten Hufeisen angezogen und gleichzeitig von dem anderen abgestoßen wird. Mit dem Kern zugleich dreht sich ein auf derselben Achse sitzender Arm hin und her; dieser trägt an seinem Ende zwei Hakenfedern, welche abwechselnd auf das kleine Steigrad des Zeigers wirken und dasselbe schrittweise umdrehen.

Henley hat bei seinem Inductionszeigerapparat den Inductor dadurch auf einen sehr kleinen Raum beschränkt, daß er sowohl den Hufeisen-Stahlmagnet als die beiden zwischen dessen Schenkeln angebrachten Inductionsrollen festlegt, und nur eine kleine Messingscheibe mit zwei darauf befestigten halbkreisförmigen Eisenstücken vor den Rollen unmittelbar vor den Polen des Stahlmagnets hin und her dreht, wobei die vom Stahlmagnet magnetisirten Eisenstücke in den Rollen abwechselnd einen positiven und negativen Strom induciren, welche in den Empfangsapparaten den kleinen permanent-magnetischen Elektromagnet-Anker hin und her drehen, wobei entweder das eine gabelförmige Ankerende selbst oder eine auf der Ankerachse sitzende Gabel abwechselnd links und rechts in das Steigrad eingreift und dasselbe nebst dem auf der Steigradachse sitzenden Zeiger umdreht.

138. Giebt es Zeigertelegraphen für Ströme von wechselnder Richtung?

Die Zeigertelegraphen, in denen galvanische Ströme von wechselnder Richtung auf einen permanent magnetischen Anker wirken, und durch diesen den Zeiger in Umdrehung versetzen, stehen den Inductionszeigertelegraphen sehr nahe. Solche Telegraphen construirten zuerst die Belgier Glösener und Lippens, dann die Franzosen Bréguet und Digney.

Zwölftes Kapitel.

Die Typendrucktelegraphen.

139. Was ist ein Typendrucktelegraph?

Die Typen-, Lettern- oder Buchstaben-Drucktelegraphen drucken das Telegramm auf der Empfangsstation in gewöhnlichen Buchstaben farbig auf Papier. Ihre Handhabung ist eben so einfach wie die der Zeigertelegraphen, ihr Gang eben so langsam, ihre Einrichtung noch künstlicher und ihre Zuverlässigkeit noch geringer. Daher sind sie in Europa bisher nur vorübergehend in Gebrauch gewesen; in Nordamerika hatte dagegen frühzeitig der Telegraph von House sich sehr ausgebreitet. In neuester Zeit aber macht der sehr sinnreiche Apparat des Amerikaners Hughes durch seine Schnelligkeit (150 Buchstaben = 25 Wörter in 1 Minute) und Zuverlässigkeit bei sachkundiger Bedienung dem Morse'schen Telegraphen den Weltverkehr streitig. Die internationale Telegraphenconferenz (zu Wien 1868) beschloß ihn auch für die Correspondenz auf langen Linien neben dem Morse'schen anzuwenden.

Der Typendrucktelegraph wurde 1837 von dem Nordamerikaner Alfred Vail erfunden; etwa gleichzeitig oder doch nicht viel später machte Wheatstone wahrscheinlich unabhängig dieselbe Erfindung, brauchte jedoch 2 oder 3 Leitungsdrähte. Auch Fardely in Mannheim verwandelte seinen Zeigertelegraphen in einen Typendrucktelegraphen, welcher 1844 auf der Taunusbahn in Anwendung kam. Seitdem sind von

Amerikanern, Engländern, Franzosen viele Abänderungen und Verbesserungen vorgeschlagen worden.

140. Welche Hauptverrichtungen und Haupttheile braucht jeder Typendrucktelegraph?

In jedem Typendrucktelegraphen müssen nach einander vier Verrichtungen vollzogen werden: es muß 1. der zu telegraphirende Buchstabe oder die Type an die Stelle gebracht (eingestellt) werden, wo er auf das Papier aufgedruckt werden soll, dort erfolgt 2. das Aufdrucken und nach diesem wird 3. das bedruckte Papier ein Stück fortgerückt; 4. endlich müssen die Typen regelmäßig mit Druckfarbe versehen werden. Die Typen befinden sich ohne Ausnahme am Umfange einer Scheibe (Typenrad) oder auf mehreren Typenrädern (Mouilleron und Gossain), oder auf einer breiten Letternwalze (Schreder in Wien, 1862), und gelangen bei deren Umdrehung an den Ort, wo das Aufdrucken erfolgt; beim Umdrehen der Scheibe streifen die Typen an eine Schwärzwalze und werden so mit Farbe versehen; das ruckweise Fortrücken des Papierstreifens vermittelt gewöhnlich der Druckapparat bei seinem Rückgange; das Einstellen des Typenrades und das Aufdrucken besorgt der elektrische Strom, zum Theil unter Mitwirkung von Uhrwerken. Das Einstellen ist in ganz ähnlicher Weise auch bei den Zeigertelegraphen nöthig; mehrere Typendrucktelegraphen, z. B. die von Siemens und von Digney, sind aus Zeigertelegraphen hervorgegangen.

141. Welche Hauptarten von Typendrucktelegraphen giebt es?

Bezüglich des Einstellens der Typen lassen sich drei Arten Typendrucktelegraphen unterscheiden:

1) Bei der ersten Classe sind zwei gleichgehende Uhrwerke vorhanden, von denen das eine auf der gebenden Station etwa einen Zeiger auf einer Buchstabenscheibe, das andere auf der Empfangsstation das Typenrad gleichmäßig fortbewegt. Von der Erhaltung des übereinstimmenden Ganges der beiden Uhrwerke hängt die Zuverlässigkeit des Telegraphirens ab. Vail und Bain in Edinburg (1840) ließen die Uhrwerke gleichzeitig

durch Unterbrechung eines elektrischen Stromes los und arretirten sie nach dem Einstellen durch Herstellung des Stromes. Theiler (1855) läßt sie durch einen kurzen Strom los und arretirt sie durch einen zweiten. Donnier (1855) bewirkt das Einstellen während der Dauer eines Stromes und das Aufdrucken bei dessen Unterbrechung. Desgoffe regulirt den Gang der Uhrwerke durch den Strom selbst.

2) Bei der zweiten Classe regulirt die Wirkung elektrischer Ströme auf ein Echappement den Gang der einstellenden beiden beliebigen Uhrwerke. Nach dem Einstellen bewirken Du Moncel in Paris (1853), Digney in Paris (1858) und Mouilleron und Gossain das Aufdrucken durch einen Strom von entgegengesetzter Richtung; Freitel (1855) durch einen gleichgerichteten stärkeren, Gyot d'Arlincourt durch einen länger dauernden Strom. Royal E. House (1846), Jac. Brett (1845), Bain lassen durch eine besondere Ausrückvorrichtung den Druckapparat erst dann in Thätigkeit treten, wenn das Typenrad stillsteht.

3) Bei der dritten Classe bewegen abwechselnd hergestellte und unterbrochene Ströme unmittelbar ein Echappement und durch dieses (also ohne Uhrwerke) das Typenrad. Das Aufdrucken besorgt ein fallender Hammer bei einer längeren Unterbrechung des Stromes (Mos. Poole in London 1846, Siemens und Halske 1850, Bréguet, Joly) oder bei einem entgegengesetzten Strome (Hearder 1846). Der Opernsänger Rémond in Paris schlug 1869 vor, es möge mittels eines dem Bréguet-Digney'schen ähnlichen Zeichengebers das Typenrad eingestellt werden und dann eine kurze Weile still stehen; der Telegraphist würde davon durch das Aufhören des klappernden Geräusches des Echappements unterrichtet werden und sollte nun das Aufdrucken selbst besorgen, indem er durch einen Hebel mit der Hand den Papierstreifen gegen das Typenrad herandrückte. Giordano stellte durch Ströme von wechselnder Richtung ein und druckte durch einen stärkeren Strom. Quéval ließ durch Ströme der einen Art das Typenrad drehen, durch Ströme der anderen Art aufdrucken.

Das zu bedruckende Papier war bei den älteren Typendrucktelegraphen als Blatt um einen sich drehenden Cylinder gelegt und wurde mit dem Telegramm in Schraubenlinien bedruckt. Die Telegraphen von Freitel, Hearder, Schreder drucken das Telegramm in unter einander gesetzten Zeilen auf ein Blatt. Jetzt bedient man sich gewöhnlich eines schmalen Papierstreifens, auf dem das Telegramm nur eine Zeile bildet; steckt man dabei zwei Typenräder neben einander auf eine gemeinschaftliche Achse, so kann man das Telegramm gleichzeitig doppelt aufdrucken und dann den Streifen auseinanderschneiden.

Im Nachfolgenden möge blos der Typendrucktelegraph von Hughes in seiner jetzigen Einrichtung abgebildet und beschrieben werden. Ziemlich erschöpfende Mittheilungen über andere Typendrucktelegraphen finden sich in: „Zetzsche, Die Copir- und Typendrucktelegraphen und die Doppeltelegraphie, Leipzig 1865“.

142. Welches sind die Haupttheile des Telegraphen von Hughes?

Der Typendrucktelegraph (Fig. 76, S. 150), welchen sich der Prof. der Physik in New-York, David Edward Hughes aus Louisville zuerst 1855 in Frankreich patentiren ließ und seitdem vielfach verbesserte, enthält jetzt folgende Haupttheile:

1) Das Laufwerk wird von einem Gewicht von 100 Pfd. getrieben; dasselbe hängt mittels der Kettenrolle K_2 in einer Schleife der über die Rollen K_3 und K_1 gelegten endlosen Kette, welche von K_1 über K_5 und K_6 läuft und zwischen K_3 und K_6 wieder eine Schleife bildet, welche ein kleineres Gewicht an der Rolle K_4 spannt. Das Aufziehen besorgt ein Fußtritt an der Stange F_2; die an dieser Stange befestigte, in eine Feder F_1 endende Kette liegt in den Zähnen eines Kettenrades hinter K_6 und dreht beim Niedergehen des Fußtrittes das Kettenrad und K_6 zugleich, während bei dem durch die Feder F_1 bewirkten Rückgange von F_2 ein in K_6 einfallender Sperrkegel den gleichzeitigen Rückgang von K_6 verhütet. Das Räderwerk enthält 4 Räder R_1, R_2, R_3 und R_4, welche in 4 Getriebe eingreifen. R_1 sitzt auf derselben Achse mit K_1. Das vierte Rad R_4 greift in das

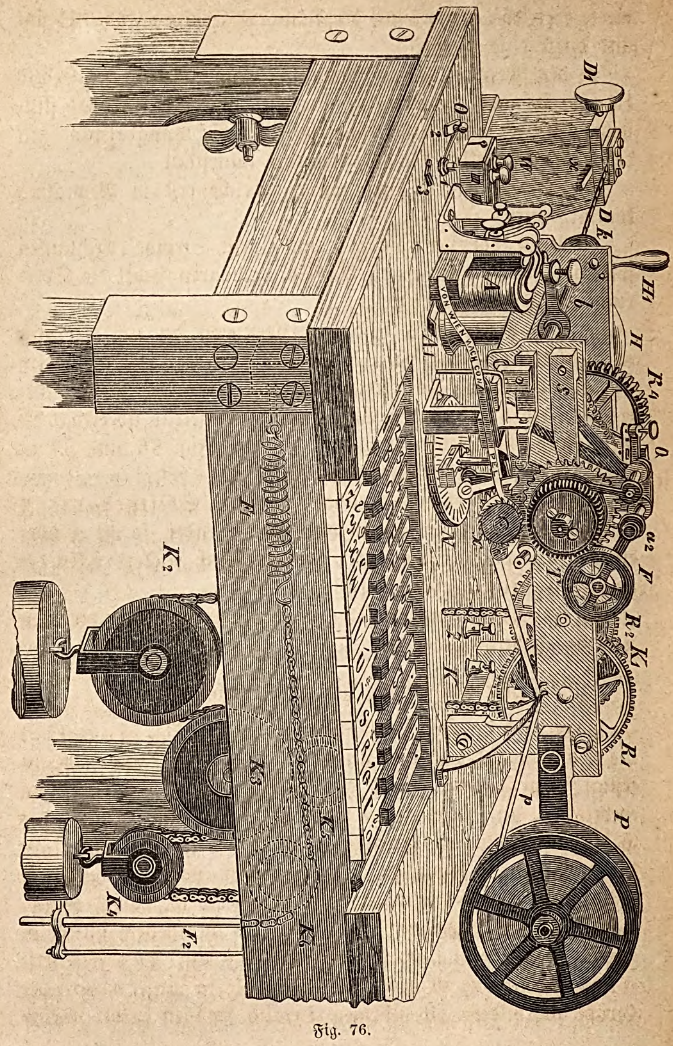


Fig. 76.

vierte Getriebe, welches auf der Achse des Schwungrades H sitzt und durch eine Kurbel

2) den **Regulator** in Bewegung setzt. Mittels des Hebels H_1 läßt sich das Schwungrad bremsen, bis der Apparat stillsteht. Durch eine Kuppelung steht die Schwungradachse mit der nach der Vorderseite des Apparats laufenden

3) **Druckachse** in Verbindung, welche erst in Bewegung kommt, wenn

4) der **Elektromagnet** A von einem Strome durchlaufen wird und durch den um die Achse b drehbaren Hebel die Sperrung der Druckachse beseitigt.

5) Das **Typenrad** T, dessen Typen von der um die Achse a_2 drehbaren Schwärzwalze F stetig mit Farbe versehen werden, sitzt auf der Welle des vierten Rades R_4 und des dritten Getriebes; ein auf derselben Welle sitzendes Kegelrad überträgt die Bewegung ohne Uebersetzung auf die (aus Fig. 86 und 87 zu ersehende) senkrecht stehende Achse B.

6) des **Schlittens**, welcher über dem **Stiftgehäuse** N umläuft und einen Strom in die Leitung sendet, so oft er über einen **Contactstift** hingleitet, welcher durch Niederdrücken der zu diesem Stifte gehörigen Taste

7) der **Claviatur** mit 28 abwechselnd weißen und schwarzen Tasten gehoben worden ist.

143. Welche Einrichtung hat der Regulator?

Außerhalb des Gestells ist auf der Achse L_1 (Fig. 77, S. 152) des Schwungrades H eine Kurbel u_1 mittels einer Schraube befestigt; am anderen Ende der Kurbel u_1 liegt die Achse des Hebels u_2, auf welcher das Excentric c sitzt; bei Drehung des Hebels u_2 wirkt das Excentric c auf den Ring c_1, welcher an der bei f_3 an die Kurbel u_1 angeschraubten starken Feder f_1 befestigt ist, und drückt dadurch die am freien Ende von f_1 befindliche Bremse f_2 gegen die Innenwand des metallenen, unten in ein Oelgefäß eintauchenden Bremsringes y an. Das Excentric c und der Ring c_1 ist in Fig. 77 nochmals in ganzer natürlicher Größe abgebildet; alle übrigen Details sind in halber natür-

licher Größe. In die Oese am freien Ende des Hebels u_2 legt sich die 25 Centimeter lange, verjüngt zulaufende Nadel D (Fig. 76) aus Aluminium-Bronze (90 Th. Kupfer und 10 Th. Aluminium);

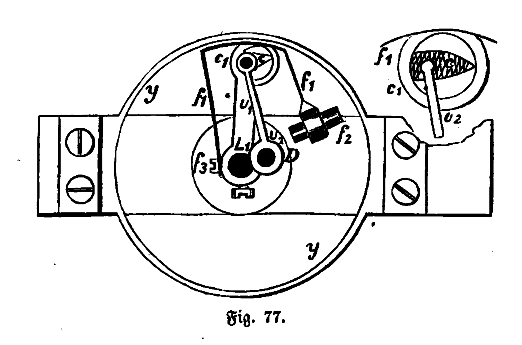


Fig. 77.

das stärkere Ende der Nadel ist an einem besonderen Träger der Tischplatte zwischen zwei Metallplatten befestigt. Die 200 Gramm schwere Messingkugel k steckt federnd auf der Nadel D und ist an einem Stahldrahte angeschraubt, der in einigen Windungen lose die Nadel umgiebt, parallel mit ihr in einer kleinen Rinne zwischen den Befestigungsplatten der Nadel durchläuft und am Ende einer Zahnstange x befestigt ist, mit dieser durch ein Getriebe von der Scheibe D_1 aus verstellt werden kann und dabei die Kugel k auf der Nadel D verschiebt. Kommt der Apparat in Bewegung, so beschreibt die Nadel die Oberfläche eines Kegels; die eigentlichen Schwingungen der Nadel beginnen aber erst, wenn der Apparat seine Normalgeschwindigkeit (700 Umdrehungen in 1 Min.) erreicht hat. Die Centrifugalkraft der Kugel entfernt dann den Bremshebel u_2 von der Kurbel u_1 und drückt die Bremse f_2 gegen den Bremsring y. Das Ende der Nadel D soll in einem Kreise von 3 Centimetern Durchmesser schwingen; bei größeren Kreisen könnte die Nadel brechen. Die Dauer der isochronen Schwingungen der Nadel wächst mit der Entfernung der Kugel k von der Befestigungsstelle der Nadel. Man stellt die Kugel gewöhnlich so, daß der Schlitten

und das Typenrad 110—120 Umdrehungen in 1 Min. macht; bei 120 Umdrehungen macht die Nadel 840 Schwingungen in 1 Min. Der gewundene Stahldraht bewirkt, daß die Nadel nicht blos an der Befestigungsstelle, sondern an mehreren Punkten beansprucht wird. Während die Druckachse arbeitet, wird mehr Kraft verbraucht und die Nadel schwingt in einem kleineren Kreise; steht die Druckachse still, so sammelt das Schwungrad den Kraftüberschuß auf, bis die Bremse zur Wirkung gelangt.

144. Wie ist der Elektromagnet angeordnet?

Die beiden Kerne in den Elektromagnetrollen A (Fig. 78, S. 155) stehen auf den Polen eines kräftigen Hufeisen-Stahlmagnetes, werden deßhalb selbst magnetisch und halten für gewöhnlich den am Hebel a sitzenden Anker aus weichem Eisen fest, während zwei Federn den um die Achse d drehbaren Hebel a mit dem Anker von den Kernen loszureißen streben; die Spannung der Federn wird durch Stellschrauben so regulirt, daß sie den Anker losreißen, sowie die Anziehung der Kerne (durch einen A durchlaufenden kurzen elektrischen Strom) geschwächt wird. Der losgerissene Anker schlägt gegen das Ende b_1 des um die Achse b drehbaren Hebels b_1 b_2, dessen vorderes Ende b_2 dann niedergeht und die Kuppelung der Druckachse L_2 mit der Schwungradachse L_1 veranlaßt. Eine Lamelle A_1 (in Fig. 76) aus weichem Eisen (die Armatur) wird an die Pole des constanten Magnets angelegt, um den von diesem in den Kernen erregten Magnetismus zu reguliren; man schiebt sie vorwärts oder rückwärts, jenachdem der Magnetismus zu stark oder zu schwach ist. Von den zwei Abreißfedern soll die hintere und sehr kräftige (die fixe) für sich allein den Ankerhebel ausreichend kräftig gegen den Auslöshebel b_1 b_2 zu schnellen vermögen; die vordere (variabele) wird der Stärke der Elektromagnet-Anziehung und der Stromstärke entsprechend verstellt, während die erstere, einmal regulirt, nicht weiter verstellt wird. Durch Vorschieben der Armatur, Auflegen von dickerem Papier auf die Polflächen und stärkere Spannung der variabeln Feder

kann man die Federwirkung und die Anziehung des Elektromagnets nahezu gleich und dadurch den Apparat ungemein empfindlich machen und demnach mit schwachen Strömen arbeiten. Die Stellschraube am Hebelende b_1 darf in der Ruhelage den Anker nicht berühren, weil dieser mit einer gewissen Geschwindigkeit gegen jene Schraube treffen muß, und weil sonst eine Nebenschließung den Strom außerhalb der Rollen A herum führen würde. Die kleine Feder auf dem Ankerhebel a verhütet, daß in diesem durch die Schraube b_1 allmälig eine Vertiefung entsteht.

145. Wie wird die Druckachse eingerückt?

Am Ende der Schwungradachse L_1 (Fig. 78) sitzt das Sperrrad s und ihm dicht gegenüber an der Druckachse L_2 die Echappementplatte A_1 A_2, welche an der dem Sperrrade s zugekehrten Seite bei A_1 einen Sperrkegel x trägt. Dieser Sperrkegel x ist um die Schraube x_1 beweglich und wird durch die an A_2 festgeschraubte Feder h_1 in die Zähne des Sperrrades s eingedrückt (sobald dies überhaupt geschehen kann), und dann nimmt das sich stetig umdrehende Rad s durch den Sperrkegel x die Platte A_1 A_2 und deßhalb auch die Druckachse L_2 mit. Nach Vollendung einer Umdrehung soll aber der Sperrkegel x ausgehoben werden, damit die Druckachse stehen bleibe. Dazu hat der Sperrkegel x einen keilförmigen Ansatz x_2, der seine Schneide nach unten kehrt; ferner sitzt an dem Gestelltheile n, in welchen die Schwungradachse L_1 eingelagert ist, hinter dem Sperrrade s ein stählernes Prisma c mit aufwärtsgerichteter Schneide. Vermöge seiner durch die Umdrehung erlangten Geschwindigkeit steigt der Keil x_2 fast am Ende der Umdrehung der Platte A_1 A_2 auf der schiefen Ebene des Prismas c in die Höhe, überschreitet die Schneide desselben ein wenig, und dadurch wird der Sperrkegel x aus den Zähnen des Sperrrades s herausgehoben. In dieser Lage muß nun der Sperrkegel x festgehalten werden und darf erst, wenn wieder ein Strom den Elektromagnet umkreist, auf der zweiten schiefen Ebene des Prismas c herabgleiten und sich wieder in die Zähne des Sperrrades ein-

legen. Dazu ist an dem Flügel A_1 an der vorderen Seite ein rechtwinkeliges Prisma v angebracht, welches bei der Drehung der Platte $A_1 A_2$ auf dem gekrümmten Ende b_3 des Hebels $b_1 b_2$ emporsteigt und endlich an einem kleinen Vorsprung dieses Hebels anstößt, wodurch die Platte $A_1 A_2$ aufgehalten wird und x_2 auf c liegen bleibt.

An der Vorderseite der Platte $A_1 A_2$ sitzt endlich noch ein excentrischer Metallreifen m, welcher bei der Umdrehung der

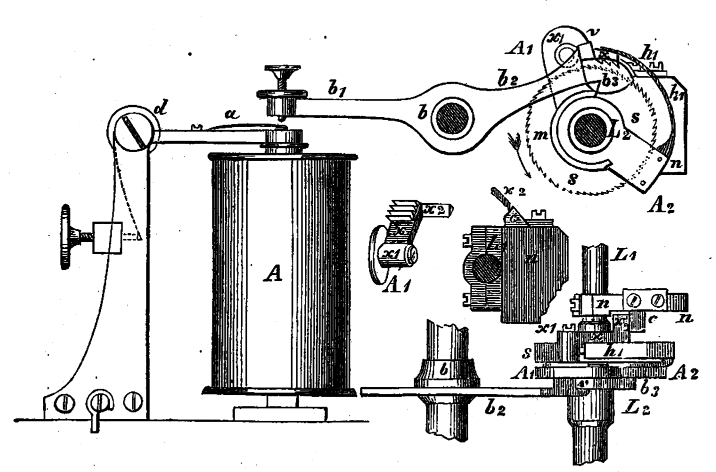


Fig. 78.

Platte $A_1 A_2$ den Auslöshebel $b_1 b_2$ wieder hebt und dadurch den Anker wieder an die Pole des Elektromagnetes A legt.

Fig. 78 zeigt die Theile in der Ruhelage, im Aufriß und im Grundriß. Die Stellschraube am Ende b_1 steht ein wenig über dem Anker; das Ende b_3 liegt mit seiner Kante neben dem Ende des Reifens m; das Prisma v hat sich an den Vorsprung am Hebel b_2 angelegt, der Sperrkegel x ist aus dem Sperrrad s ausgehoben und ruht mit dem Ansatz x_2 auf c. Ein durch die Rollen A gehender Strom bewirkt, daß die Losreißfedern

den Ankerhebel a und durch ihn das Hebelende b_1 emporschnellen; b_3 sinkt neben dem Reifen m nieder, das Prisma v wird frei und dreht sich mit der Platte $A_1 A_2$, dabei drückt die Feder h_1 den auf c herabgleitenden Sperrkegel x in die Zähne des Sperrrades s und kuppelt die Druckachse L_2 mit der Schwungradachse L_1. Wie diese beiden Achsen in einander stecken, zeigt Fig. 79.

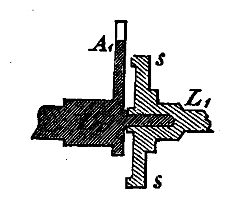


Fig. 79.

Damit der Hebel $b_1 b_2$ nicht durch das anstoßende Prisma v in Schwingungen versetzt wird und dabei unversehens dieses Prisma an dem dasselbe aufhaltenden Vorsprung vorübergeht, läßt Hughes eine breite, auf dem Gestell befestigte Feder auf einen kleinen Seitenarm an der Achse b so wirken, daß sie das Ende b_2 hebt. Außerdem begrenzt ein rechtwinkelig gebogener Arm die Abwärts-Bewegung des Hebelendes b_2.

146. Wie werden die Buchstaben aufgedruckt?

An der Druckachse L_2 sitzen, wie Fig. 80 zeigt, außerhalb des Gestells noch 4 verschieden geformte Daumen y, x, z und u. Die beiden ersteren besorgen das Aufdrucken und das Fort-

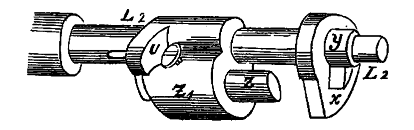


Fig. 80. (Natürliche Größe.)

rücken des Papierstreifens p (Fig. 76), welcher von der Rolle P durch eine Führungsgabel über die Rollen n und n_2 (Fig. 81) nach dem Druckcylinder X läuft. Die Achse dieses leichten Cylinders X sitzt an dem Hebel $n n_1$, dessen Drehachse in n_1 liegt. Der Hebel $n n_1$ endet vorn in eine Gabel, deren oberer

Theil schnabelförmig gekrümmt ist. Wenn sich die Druckachse L_2 dreht, trifft der erste an ihr sitzende, vorn scharf zulaufende Daumen y gegen den Schnabel und schnellt den Hebel $n n_1$ mit dem Druckcylinder X gegen das Typenrad T und bewirkt dadurch (in etwa $^1/_{260}$ Secunde) den Abdruck des eingestellten Buchstabens. Nach dem Abdruck fällt der Cylinder X durch sein Gewicht wieder herab. Das Papier wird durch zwei Mes-

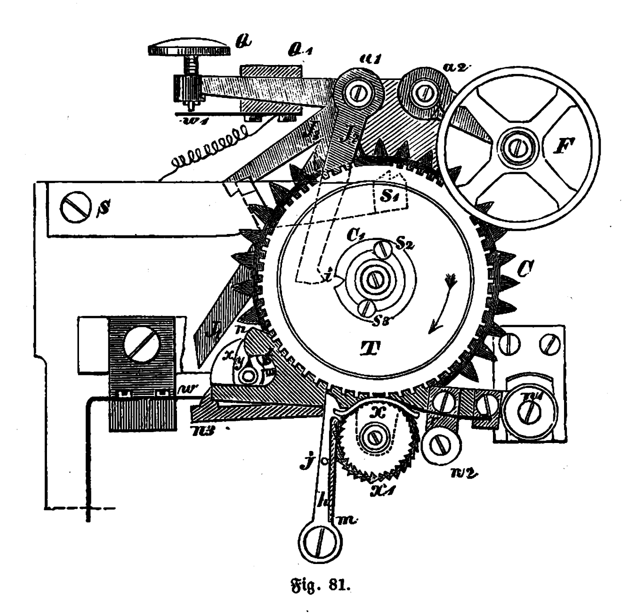


Fig. 81.

singstreifen, auf welche die Feder r wirkt, gegen den Druckcylinder angepreßt, während zwei Reihen kleiner Zähne an den Rändern des Cylinders ein Gleiten des Papiers verhüten. Auf der hinteren Fläche des Cylinders X ist ein Sperrrad X_1 befestigt, in dessen Zähne der Haken h (Fig. 81) eingreift, welcher auf einem zweiten, ebenfalls um n_1 drehbaren Hebel $n_3 n_1$ angebracht ist. Dieser Hebel wird durch eine an der Gestellwand

befestigte Feder stets nach oben gedrückt, während der Haken h um eine Achse m, welche an einem Arme des Hebels $n_3 n_1$ sitzt, drehbar ist und durch eine Spiralfeder stets an das Sperrrad X_1 herangezogen wird. Die Nase am vorderen Ende des Hebels $n_3 n_1$ legt sich in der Ruhelage an die flache Seite des Daumens x an; dreht sich dieser Daumen, so drückt er den Hebel $n_3 n_1$ und mit ihm den Haken h abwärts, wobei letzterer das Sperrrad X_1 um einen Zahn dreht und der Papierstreifen auf dem sich mitdrehenden Cylinder X ein Stück fortrückt. Der Streifen p (Fig. 76) bewegt sich mit derselben Geschwindigkeit und in derselben Richtung wie das Typenrad T, damit sich die aufgedruckten Buchstaben nicht verwischen. Setzt der Daumen x seine Drehung fort, so wird der Hebel $n_3 n_1$ durch die Feder wieder gehoben, und der Hebel h greift in eins der folgenden Sperrrad-Zähne.

Nach vollendeter Umdrehung der Druckachse legt sich der Hebel $n_3 n_1$ mit seiner Nase an die ebene Fläche des Daumens x und strebt die Achse zu drehen; sobald daher das Hebelende b_2 sich senkt und das Prisma v frei wird, giebt der Druck des Hebels $n_3 n_1$ gegen den Daumen x zugleich mit dem Druck der Feder h_1 auf das Prisma c (Fig. 78) den ersten Anstoß zur Umdrehung der Druckachse.

Der stählerne Correctionsdaumen z (Fig. 80) an der Druckachse L_2 hat zunächst die Aufgabe, die kleinen Verzögerungen, welche das Typenrad beim jedesmaligen Aufdrucken eines Buchstabens erleidet (während des Aufdruckens wird nämlich die Typenradachse nicht arretirt), und die kleinen Differenzen im Gange der beiden Uhrwerke auszugleichen. Dieser Daumen liegt in der Ruhelage an der isolirten Feder w an und kommt bei der Umdrehung der Druckachse zuerst zur Wirkung; er legt sich nämlich zwischen zwei Zähne des auf der Achse des Typenrades T hinter diesem liegenden stählernen Correctionsrades C ein, schiebt dieses und das mit ihm verbundene Typenrad nach Bedarf ein klein wenig vor oder zurück, so daß der eingestellte Buchstabe dem Druckcylinder X genau gegenübergestellt wird. Wie dies möglich ist, wird in Nr. 147

gezeigt werden. Der Correctionsdaumen z ist übrigens mittels einer Schraube in der Verstärkung z_1 der Druckachse befestigt, damit er leicht ausgewechselt werden kann, da er einer starken Abnutzung ausgesetzt ist.

Der vierte Daumen u an der Druckachse L_2 endlich soll das Typenrad T, wenn es arretirt wurde, wieder in Bewegung setzen, indem der aus der Rückfläche des Daumens u vorstehende Stift gegen den Arm J_1 (Fig. 81) des Hebels $Q a_1$ stößt, das ganze Hebelsystem um seine Achse a_1 dreht und den Arm J_2 aus der Kerbe i in der hohlen Achse C_1 des Correctionsrades C aushebt, während der Arm J_3 die elastische Schiene $S S_1$ in ihre Ruhelage zurückgehen läßt, so daß ein Sperrkegel e (Fig. 83) am Correctionsrade in die Zähne des gleich zu erwähnenden Frictionsrades G einfällt und bewirkt, daß Correctionsrad und Typenrad an der Umdrehung ihrer Achse D_2 theilnehmen.

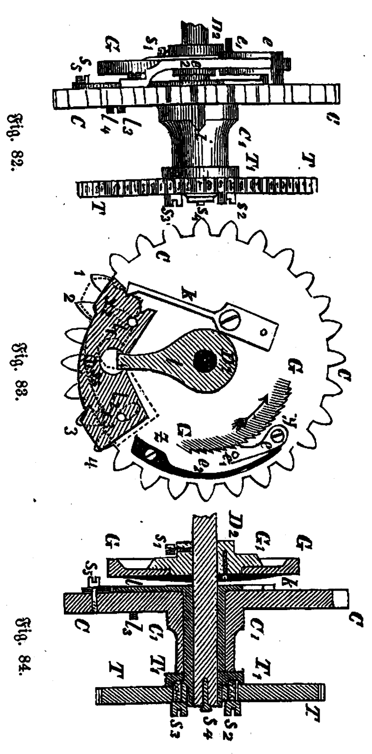
Von diesen vier Daumen kommt bei der Umdrehung der Druckachse zuerst z, dann y, dann x und zuletzt, falls das Typenrad arretirt war, u zur Wirkung.

147. Welche Einrichtung und Bestimmung hat die Typenradachse?

Auf der massiven stählernen Achse D_2 ist außerhalb des Gestells zunächst das Frictionsrad G mittels der Schraube s_1 befestigt, an ihrem Ende aber sind zwei über einander liegende hohle Achsen aufgesteckt, von denen die innere, messingene T_1 das stählerne Typenrad T, die äußere C_1 das Correctionsrad C trägt. Fig. 82 (S. 160) zeigt die Seitenansicht, Fig. 83 die Rückansicht und Fig. 84 einen Durchschnitt dieser Theile. T und T_1 sind durch zwei Schrauben s_2 und s_3 verbunden. Ein durch s_4 auf D_2 aufgeschraubtes Messingblättchen verhütet ein Abrutschen der beiden hohlen Achsen. Die Achse T_1 ragt über das Correctionsrad C hinaus und trägt an seinem Ende einen Arm l, dessen Ende in einen kleinen Ausschnitt einer breiten Stahlplatte $X_2 X_3$ eingreift, welche als zweiarmiger Hebel sich etwas streng um die Schraube s_5 drehen kann, in ihrer jedesmaligen Lage aber durch die Sperrklinke k erhalten wird; in

Folge dieser Verbindung muß das Typenrad T an der Bewegung des Correctionsrades theilnehmen.

Auf der dem Frictionsrade G zugekehrten Fläche des Correctionsrades C ist mittels der Schraube Y ein breiter dreizahniger Sperrkegel e befestigt, welchen die bei Z befestigte Feder e_2 beständig gegen die Zähne des Frictionsrades G andrückt, so daß dann das Rad G seine Bewegung dem Corrections- und Typenrade mittheilt. Wird aber der am Sperrkegel e befindliche, 4 Millim. lange Stift e_1 nach außen gedrückt, so hebt sich e aus den Zähnen des Frictionsrades G, und dieses bewegt sich allein. Das Frictionsrad G besteht aus einem breiten Stahlringe, welcher zwischen der durch die Schraube s_1 auf D_2 befestigten Messingnabe G_1 und einer auf diese aufgeschraubten Messingscheibe derart befestigt ist, daß er zwar die Bewegung der Achse D_2 mittels des Sperrkegels e auf C und T übertragen kann,



daß aber auch umgekehrt das Correctionsrad ihn ein wenig drehen kann, wenn nämlich das Correctionsrad selbst durch den Correctionsdaumen z (Fr. 146) rückwärts gedreht werden soll; sucht dagegen dieser Daumen das Rad C vorwärts zu

drehen, so gleitet dabei einfach der Sperrkegel e über die Zähne des Sperrrades G.

An der Platte $X_2 X_3$ sind noch zwei Vorsprünge, von denen entweder der erste bei 3 4 oder der zweite bei 1 2 (Fig. 83) über die Zähne des Correctionsrades C vorsteht, während gleichzeitig der andere unter den Radboden zurücktritt. Wirkt der Correctionsdaumen z auf den eben vorstehenden Vorsprung, so schiebt er ihn gegen den Radboden von C zurück, dreht dabei die Platte $X_2 X_3$ um s_5, den Arm l und das Typenrad T aber um $^1/_{56}$ seines Umfanges gegen das Correctionsrad vor oder zurück.

148. Wie werden die Ziffern aufgedruckt?

Der Umfang des Typenrades T ist in 56 Theile getheilt und an den geraden Theilpunkten mit den (26) Buchstaben-, an den ungeraden mit den Ziffern-Typen besetzt, so daß stets 1 Buchstabe und 1 Ziffer oder Unterscheidungszeichen mit einander abwechseln; zwei Doppel-Felder aber sind ganz leer gelassen. Das Correctionsrad C hat nur 28 Zähne. Ist das erste leere Feld dem Druckcylinder X gegenüber eingestellt, so legt sich, wenn die Druckachse ausgelöst wird, der Correctionsdaumen z zwischen die beiden Zähne 1 und 2 (Fig. 83) des Correctionsrades, bringt die Platte $X_2 X_3$ in die ausgezeichnete Stellung und stellt dadurch das Typenrad so, daß es Buchstaben druckt. Wird dagegen die Druckachse ausgelöst, während das zweite leere Feld eingestellt ist, so legt sich der Daumen z zwischen die Zähne 3 und 4, schiebt die Platte $X_2 X_3$ in die punktirte Lage und verschiebt dabei das Typenrad um $^1/_{56}$ Umdrehung, so daß es fortan Ziffern druckt.

Da beim Uebergang vom Drucken der Ziffern zum Drucken der Buchstaben und umgekehrt ein Abdruck in einem leeren Felde erfolgt, so wird dabei auch stets der Papierstreifen verschoben. Sollen aber Buchstabe und Ziffer durch keinen Zwischenraum getrennt erscheinen, so braucht man blos den Haken h am Eingreifen in das Sperrrad X_1 zu hindern. Zu diesem Behufe hat das Correctionsrad C den Zahnlücken 1 2 und 3 4

gegenüber (Fig. 83) zwei längliche schmale Ausschnitte l_1 und l_2, durch welche die auf $X_2 X_3$ befindlichen Stifte l_3 und l_4 hindurchgreifen, so daß sie (Fig. 82) noch etwa 2 Millim. über die Stirnfläche des Rades C vorragen; in den Ausschnitten können sich die Stifte frei bewegen, da die Mittelpunkte der Ausschnittbögen in der Drehachse s_5 liegen. Bei Verstellung der Platte $X_2 X_3$ in die punktirte Lage gehen die Stifte an die entgegengesetzten Enden der Ausschnitte; diese Bewegung und die entsprechende Rückbewegung dauert so lange als die Einwirkung des Daumens z auf die Platte $X_2 X_3$.

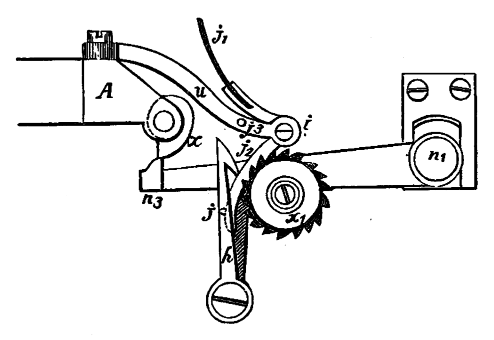


Fig. 85.

Ferner ist auf den Gestelltheil A (Fig. 85), in welchem die Druckachse eingelagert ist, ein Arm u aufgeschraubt, welcher den um i drehbaren zweiarmigen Hebel $j_1 j_2$ trägt; in der Ruhelage legt sich der Arm j_1 auf den an u sitzenden Stift j_3 auf. Das in den Arm j_1 eingelegte, 6 Millim. breite und 16 Millim. lange, krumme Schaufelchen reicht bis an die Fläche des Correctionsrades hinan und liegt in seiner Ruhelage mit diesem concentrisch. Wird der Hebel $j_1 j_2$ in die in Fig. 85 abgebildete Lage gedreht, so wirkt der Arm j_2 auf einen Stift j am Haken h und schiebt letzteren so weit zur Seite, daß er beim Niedergang des Hebels $n_3 n_1$ nicht in die Zähne von X_1 eingreifen, also auch den Papierstreifen p nicht verschieben kann.

Wird nun bei Einstellung eines leeren Feldes die Druckachse L_2 in Umdrehung versetzt, ohne daß der Correctionsdaumen z die Platte $X_2 X_3$ zu verschieben braucht, so geht die Schaufel j_1 einfach zwischen den beiden Stiften l_3 und l_4 durch und bleibt dabei in ihrer Ruhelage, der Haken h verschiebt also den Papierstreifen; muß aber während dieser Umdrehung der Druckachse der Daumen z die Platte $X_2 X_3$ verschieben, so erfaßt einer der sich jetzt bewegenden Stifte l_3 oder l_4 die Schaufel j_1, bringt sie in die in Fig. 85 abgebildete Lage, so daß dann h den Papierstreifen nicht verschieben kann. Will man also beim Uebergang von Buchstaben zu Ziffern und umgekehrt einen leeren Zwischenraum auf dem Papierstreifen hervorbringen, so muß man nach der betreffenden Verstellung des Typenrades noch einen zweiten Umgang der Druckachse an demselben leeren Felde veranlassen. Will man ohne jenen Uebergang zwei auf einander folgende Zeichen durch einen Zwischenraum trennen, so muß man die Druckachse einen Umgang gegenüber demjenigen leeren Felde machen lassen, bei welchem eben eine Verschiebung der Platte nicht eintritt.

149. Wie wird das Typenrad arretirt?

Das Typenrad läßt sich ohne jede Störung des Ganges des Apparates, sowohl beim Beginn der Correspondenz, als auch später, wenn seine Uebereinstimmung mit dem Schlitten gestört wurde, auf das erste leere Feld einstellen. Dazu dient der Hebel $Q a_1$ mit seinen drei Armen J_1, J_2 und J_3 (Fig. 81). Dreht sich beim Niederdrücken des Knopfes Q der Hebel um seine Achse a_1, so tritt der Arm J_3 weiter in den Zwischenraum zwischen der Gestellwand und der Messinglamelle $S S_1$, trifft auf ein kleines Keilstück und entfernt die elastische Lamelle von der Gestellwand, so daß das Ende S_1 jetzt den Stift e_1 am Sperrkegel e (Fig. 83) fängt, an seiner schiefen Fläche hinaufgleiten läßt und endlich in der oben befindlichen Vertiefung festhält. Gleichzeitig legt sich der Arm J_2 auf die Nabe C_1 und fällt als zweite Aufhaltung des Corrections- und Typenrades in die Kerbe i (Fig. 81 und 82) ein. Das Frictionsrad G

bewegt sich, da der Kegel e ausgehoben ist, allein, während die beiden anderen Räder in ihrer Normallage festgehalten werden, bis der Hebel Q a_1 in seine frühere Lage zurückgebracht wird. (Vergl. Fr. 146.)

Das arretirte Typenrad muß in dem Moment wieder in Bewegung gesetzt werden, in welchem der Schlitten (Contact machend) über den zum ersten leeren Felde gehörenden Contactstift hinweggeht; man muß also die zu diesem Stifte gehörige Taste niederdrücken. Damit kein fremder Strom die Arretirung störe, ist am Hebelarm Q a_1 ein Kautschukstück Q_1 und an diesem eine Feder w_1 angebracht, welche durch einen spiralförmig gewundenen Draht mit dem Leitungsdrahte verbunden ist. Beim Niederdrücken des Elfenbeinknopfs Q tritt ein bisher durch eine Feder von w_1 entfernt gehaltener Metallstift aus dem Arm Q a_1 weiter hervor bis auf die Feder w_1 und setzt diese sammt der Leitung mit Q a_1, dem ganzen Apparatgestell und der Erde in Verbindung, so daß ein aus der Leitung kommender Strom größtentheils nicht durch den Elektromagnet, sondern auf diesem kürzeren Wege zur Erde geht.

150. Welche Einrichtung und Bestimmung hat der Schlitten?

Die Achse des in Fig. 86 und 87 im Schnitt und Grundriß abgebildeten Schlittens besteht aus zwei durch eine Kautschukplatte i gegen einander isolirten Theilen B und m. Eine auf dem oberen Ende von B schleifende Feder verbindet B leitend mit dem Apparatgestell und durch die Elektromagnetrollen mit der Leitung. Die untere Hälfte m geht durch die Messingscheibe N und ruht mit einem Zapfen in einer trichterförmigen Hülse n, welche in dem hohlen Cylinder B_1 steckt und durch eine starke Spiralfeder beständig nach oben gedrückt wird. Drei durch die Flansche q gehende Schrauben verbinden B_1 mit der Scheibe N, doch sind beide durch den Kautschukring r gegen einander isolirt. Das untere Ende von B_1 ist mit dem Zinkpole Z und der Erdplatte leitend verbunden, der Kupferpol dagegen durch den Draht K mit dem Stiftgehäuse N N. An einem Ansatz A A der oberen Achsenhälfte B dreht sich um die beiden Schrauben d_1 und d_2 der

horizontale metallene Arm g_1 g_2, welcher mittelst der Schraube g für gewöhnlich auf dem metallenen Querarm an m aufliegt und so B mit B_1, die Luftleitung mit der Erdplatte leitend verbindet; die Feder f erhält den Arm g_1 g_2 in dieser Lage. In das Stiftgehäuse ragen durch Schlitze in dessen Mantel die hinteren Enden M der unter den Tasten liegenden zweiarmigen

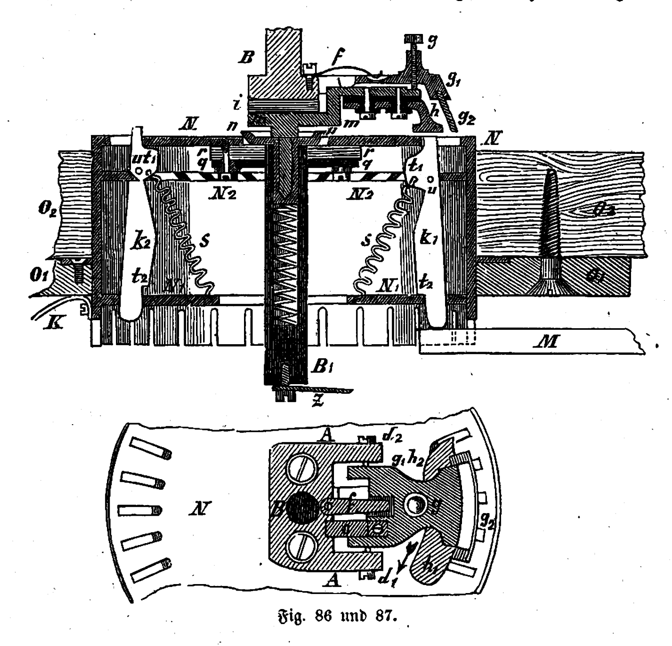


Fig. 86 und 87.

Hebel, welche beim Niederdrücken einer Taste den zugehörigen stählernen Contactstift k_1 emporschieben. Diese Stifte sind durch Spiralfedern s mit der Platte N_1 des Gehäuses N N verbunden und erhalten ihre Führung in Löchern der Platte N_1 und in Schlitzen des Ringes N_2. Kommt der umlaufende Schlitten an einen gehobenen Stift k_2, so erfaßt der vorausgehende Flügel h_1 des am Arm m isolirt befestigten Stahlbügels h den Stift und

schiebt ihn in die Mitte des in der Platte N befindlichen Lochs, bis er mit dem auf beiden Seiten vorstehenden Bolzen u sich an den Rand des betreffenden Schlitzes im Ringe N_2 anlegt, und hält ihn in dieser Lage fest, bis das Stahlstück g_2 (Contact machend) darüber hinweggegangen und dabei von dem Stifte so weit gehoben worden ist, daß die Schraube g sich von dem Arme m abhebt. Während aber bisher der gehobene Stift mit dem Vorsprunge t_1 an der Platte N anlag, schiebt ihn nun der hintere Flügel h_2 von h noch weiter nach außen und der Stift springt jetzt, da ihn weder der Vorsprung t_1, noch g_2 weiter daran hindert, vollends in die Höhe, der Hebel M und die auf ihn drückende Taste geht nach, und der Telegraphirende erfährt aus dem schwachen Stoß gegen seinen Finger, daß g_2 den Stift eben verlassen hat, er also die Taste loslassen kann. Sobald dies aber geschieht, zieht die Feder s den Stift niederwärts, wobei der Bolzen u auf der schiefen Ebene der Seitenwände des Schlitzes herabgleitet und der Stift endlich sich mit dem Vorsprunge t_2 wieder auf die Platte N_1 auflegt.

Läßt dagegen der Telegraphist die Taste nicht los, so kann auch die Feder s die Lage des Stiftes nicht ändern, da sich t_1 jetzt zugleich mit seiner Innenseite an den inneren Rand des Loches in N anlegt; der Stift bleibt daher während der folgenden Schlittenumläufe außer dem Bereiche des Contactstückes g_2.

Das Stiftgehäuse ist zunächst an der Eisenplatte O_1 und mit dieser an der Tischplatte O_2 angeschraubt. Damit der Arm g_1 g_2 sich nicht zu weit hebe, ist an ihm noch ein Stahlstreifen o angebracht, welcher schließlich gegen den Ansatz A anstößt.

151. Wie telegraphirt man mit dem Apparat von Hughes?

Zu Anfang sind die Typenräder beider Stationen arretirt, die laufenden Triebwerke treiben blos die Frictionsräder, Schlitten und Schwungräder. Der Telegraphist drückt die erste „leere Taste"; kommt der Schlitten über den zugehörigen Stift k, so geht der Strom vom Kupferpol K der telegraphirenden Station I durch das Gehäuse nach k, g_2, g, B, durch den Elektromagnet in die Leitung nach der Station II, dort durch den Elektro-

magnet, nach B, g, m, B_1, den Draht Z in die Erde und in Station I nach dem Zinkpole Z; dieser erste Strom beseitigt auf beiden Stationen die Hemmung der Druckachse und verbindet das Corrections- und das Typenrad mit dem Frictionsrade; beide Typenräder sind in übereinstimmender Stellung und Bewegung. Ein Ausdrucken veranlaßt der erste Strom nicht, da beide Typenräder auf das erste „leere Feld“ eingestellt sind. Werden nun aber andere Tasten gedrückt, so sendet der Schlitten beim Hinweggehen über den gehobenen zugehörigen Stift wieder einen Strom, welcher dann einen Buchstaben oder eine Ziffer ausdrucken läßt. Bevor aber das eigentliche Telegraphiren beginnt, überzeugt man sich, ob beide Typenräder übereinstimmend gehen, indem man wiederholt dieselbe Taste, z. B. F, drückt; bleibt das eine Rad bei einem oder noch besser bei mehreren Umläufen nicht mehr als $^1/_{56}$ des Umfangs zurück, so druckt der Apparat auch stets F, weil der Correctionsdaumen die entstehende Differenz ausgleicht; eine größere Differenz markirt sich dadurch, daß nicht immer F, sondern E, D, C oder G, H, J u. s. w. aufgedruckt werden, kann aber durch den Correctionsdaumen nicht ausgeglichen werden, sondern muß durch den Regulator beseitigt werden. Zwischen der Stromgebung und dem Ausdrucken verfließt einige Zeit, deßhalb darf der zu telegraphirende Buchstabe im Moment der Stromgebung noch nicht dem Druckcylinder gegenüberstehen, vielmehr muß das Typenrad um etwas hinter den Schlitten zurückgestellt sein; dreht sich die Druckachse siebenmal so schnell als die Schlittenachse, so ist eine Zurückstellung von einem Buchstaben erforderlich. Der Schlitten der telegraphirenden Station muß zwar mit seinem Typenrade in Einklang stehen und mit dem Typenrade der empfangenden Station, nicht aber mit deren Schlitten; deßhalb darf nur die telegraphirende Station die Typenräder nach dem Arretiren loslassen.

Während die Druckachse L_2 einmal umläuft, bewegt sich der Schlitten über 4 Stifte hinweg; innerhalb dieser Zeit darf kein Strom den Elektromagnet durchlaufen, weil er keine Wirkung hervorbringen kann. Deßhalb und weil der Bügel h_1 h_2 ein

Empordrücken der 4 nächstfolgenden Stifte verhindert, kann man bei demselben Schlittenumlauf nur Buchstaben telegraphiren, welche um wenigstens fünf Tasten von einander abstehen, z. B. EJOT, DINTY. Das Wort „prompte" erfordert 7, „Erzbischof" nur 4 Umläufe. Demnach erfordert das Telegraphiren hier mehr Aufmerksamkeit und Uebung als beim Morse'schen Telegraphen.

152. Was ist über die Einschaltung der Apparate zu bemerken?

Zwei Hughes'sche Telegraphen müssen wegen der Einrichtung des Elektromagnetes so mit einander verbunden werden, daß die von beiden Apparaten ausgehenden Ströme beide Elektromagnete in demselben Sinne umkreisen. Dies läßt sich entweder durch eine dem entsprechende Einschaltung der Batterien oder die Verbindung der Apparate mit der Luft- und Erdleitung erreichen; doch ist es meist einfacher und zweckmäßiger, auf beiden Stationen die Batterien gleichartig (mit dem Kupferpol an die Contactstifte) einzuschalten. Auf dem Tische (Fig. 76) befinden sich zwei Klemmen Z und K für die beiden Batteriepole, zwei Klemmen L und E für die Linie, ein Umschalter W und ein Kurbelumschalter O. Letzterer dient zur Ausschaltung; von 1 führt ein Draht nach dem einen Ende der Elektromagnetrollen, deren anderes Ende, wo der Strom austreten muß, mit der vorderen oberen Lamelle in W verbunden ist und durch diese einerseits mit der Feder w_1 am Hebel $Q a_1$ (Fig. 81), andererseits mit dem Ständer des Ankerhebels a (Fig. 78); von 3 führt ein Draht nach der hinteren oberen Lamelle in W, ein anderer nach dem mit dem Zinkpol verbundenen Ende B_1 der Schlittenachse; von 2 endlich führt ein Draht nach der isolirten Feder w (Fig. 81), an welcher der durch das Gestell mit der Schlittenachse B und der Hebelachse b leitend verbundene Correctionsdaumen z in der Ruhelage anliegt. Die Klemmen L und E sind mit den beiden unteren Lamellen des Umschalters W verbunden; durch Einstecken eines Metallstöpsels wird je eine untere Lamelle mit einer darüber liegenden leitend ver-

bunden *). Hiernach ist das Schema der Einschaltung leicht zu entwerfen und der Stromlauf zu verfolgen. Sobald der Strom in A das Abreißen des Ankerhebels a veranlaßt hat und a gegen b_1 stößt, braucht der Strom den Elektromagnet A nicht mehr zu umkreisen, sondern kann durch a, b, B und B_1 gleich zur Erde gehen; in ähnlicher Weise bildet sich auch auf der gebenden Station eine die Elektromagnetrollen ausschließende Nebenschließung. Der Elektromagnet kann daher schneller in seinen normalen Zustand zurückkehren und fordert kaum eine Regulirung für den abgehenden und ankommenden Strom, welche beide ihn umkreisen, aber verschieden stark sind; zugleich ist aber auch der Elektromagnet dem Einflusse der beim Abreißen und Zurückführen des Ankers auftretenden Magnetinductionsströme entzogen, weil diese Ströme jetzt gar nicht entstehen können, da für sie kein geschlossener Stromkreis vorhanden ist, sobald einmal der Correctionsdaumen die Feder w verlassen hat.

Auf 100 Meilen Entfernung kann man mit dem Typendrucktelegraphen von Hughes sicher und mit 110 Umdrehungen in 1 Min. telegraphiren. Auf größere Entfernungen bedient man sich der Translation (vgl. 20. Kap.), für welche man am besten zwei polarisirte Relais (Fr. 167) verwendet, um bei langen Linien den störenden Einfluß der Rückströme zu beseitigen. Bei der Einschaltung dieser Translatoren ist aber nicht außer Acht zu lassen, daß die Einrichtung des Hughes'schen Elektromagnetes eine bestimmte Stromrichtung fordert.

---

*) In Fig. 76 stecken beide Stöpsel in derselben unteren Lamelle, so daß beim Niederdrücken einer Taste die Batterie blos local durch die Apparate der eigenen Station geschlossen wird, ohne ihren Strom nach einer anderen Station zu senden. Man kann davon unter Vertauschung der Batteriepole zur Kräftigung des constanten Magnetes Gebrauch machen.

Dreizehntes Kapitel.

Die elektromagnetischen Drucktelegraphen.

153. Was versteht man unter einem Drucktelegraphen?

Ein Drucktelegraph ist ein solcher Telegraph, welcher bleibende telegraphische Zeichen auf mechanische Weise auf Papier erzeugt, so daß die Richtigkeit des Telegramms jederzeit durch das so erhaltene Document controlirt werden kann. Die chemischen Schreibtelegraphen (vgl. Fr. 109—112) erzeugen die bleibenden Zeichen auf chemischem Wege.

154. Wer sind die Erfinder und Verbesserer der Drucktelegraphie?

Bleibende Zeichen gab zuerst Steinheil mittels seines Nadeltelegraphen (vgl. Fr. 118). Neben Steinheil ist namentlich der Amerikaner Morse als Erfinder der Drucktelegraphie zu nennen; sein zuerst im Jahre 1835 bekannt gemachter Telegraph (vgl. Fr. 115) wurde darauf schnell in Amerika verbreitet und, mit mannigfachen Verbesserungen, in Europa fast allgemein eingeführt. Anfang April 1872 brachte der Telegraph die Kunde vom Tode Morses nach Europa.

Vervollkommnet wurde der Morse'sche Drucktelegraph hauptsächlich durch Robinson, Siemens und Halske, Stöhrer, Steinheil, Digney und Andere.

155. Welche telegraphische Zeichen geben die Drucktelegraphen?

Die Drucktelegraphen geben auf einem Papierstreifen nur zwei einfache Zeichen *), einen Punkt und einen Strich; diese werden zu zwei, drei, vier, fünf und sechs gruppirt, um die Buchstaben, Ziffern und anderen Zeichen auszudrücken. Der Strich ist dreimal so lang als ein Punkt; der Zwischenraum zwischen je zwei Zeichen soll 1, zwischen je zwei Buchstaben 2 und zwischen je zwei Wörtern 3 Punkte lang sein. Die telegraphische Schrift selbst bildet beim Morse'schen Telegraphen nur eine einzige Zeile auf dem Papierstreifen; bei den Doppelstift-Apparaten (Fr. 170) dagegen zwei Zeilen.

Die internationale Telegraphenconferenz in Wien 1868 setzte folgende Gruppirungen für die Morseschrift fest:

Alphabet.

Zwei Elemente (gewöhnlich nur) zu 1, 2, 3 und 4 variirt.

a	ä	á oder å	b	c	d	e	é	f
·—	·—·—	·——·—	—···	—·—·	—··	·	··—··	··—·

g	h	i	j	k	l	m	n	ñ
——·	····	··	·———	—·—	·—··	——	—·	——·——

o	ö	p	q	r	s	t	u	ü
———	———·	·——·	——·—	·—·	···	—	··—	··——

v	w	x	y	z	ch
···—	·——	—··—	—·——	——··	————

Ziffern für gewöhnliche Depeschen.

Zwei Elemente zu 5 variirt.

1	2	3	4	5	6	7
·————	··———	···——	····—	·····	—····	——···

8	9	0
———··	————·	—————

*) Eine Abweichung davon erwähnt Fr. 171.

Ziffern für reine Chifferdepeschen.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
·—	··—	···—	····—	·····	—····	—···	—··	—·	—

Interpunktionen.

Zwei Elemente zu 6 variirt.

Punkt (.)	Strichpunkt (;)	Komma (,)	Doppelpunkt (:)
······	—·—·—·	·—·—·—	———···

Fragezeichen (?)	Ausrufungszeichen (!)	Bindestrich (-)
··——··	——··——	—····—

Apostroph (')	Bruchstrich	Anführungszeichen	Parenthese ()
·————·	——————	·—··—·	·—·——·—

Alinea (Absatz)	Unterstreichungszeichen *)	Trennungszeichen **)
·—·—··	··——·—	······ ······

Dienstzeichen.

Staatsdepesche	Bahnbetriebsdepesche	Telegraphendienstdepesche
···	—···	·—

Privatdepesche	Anruf	Verstanden	Irrthum
·——·	—·—·—	···—·	········

Schluß	Aufforderung zum Beginn des Telegraphirens
·—·—·	—···—·

Warten	Dringend	Sehr dringend	Quittungszeichen
·—···	—··	—··—··	·—·—·—·

156. Welches sind die Haupttheile des Morse'schen Telegraphen?

Der Morse'sche Telegraph in seiner einfachsten Gestalt besteht aus folgenden Theilen: 1) dem Schreibapparate und 2) dem Schlüssel oder Taster. Der Schreibapparat drückt

*) Vor und hinter die zu unterstreichenden Wörter zu setzen.

**) Zur Trennung des Textes von Adresse und Unterschrift.

die Zeichen entweder mit einer Stahlspitze in das Papier ein, oder er schreibt sie auf diesem mittels einer Farbe nieder; im ersteren Falle heißt er ein Trockenstiftapparat oder Stiftschreiber, in anderen ein Farbschreiber, Schwarz- oder Blauschreiber.

157. Welche Vorzüge hat der Morse'sche Apparat?

Der Morse'sche Apparat, mit welchem die Zeichen sehr schnell (bis zu 100 Buchstaben in einer Minute) gegeben werden können, zeichnet sich durch seine Einfachheit aus und ist daher nicht oft Störungen ausgesetzt; etwaige Correcturen im Telegramm lassen sich mit Leichtigkeit bewirken; ferner empfiehlt sich derselbe dadurch, daß ein unrichtiges Zeichen keinen Einfluß auf die folgenden Zeichen ausübt, wie es z. B. bei den meisten Zeigertelegraphen der Fall ist.

158. Welche Einrichtung hat der Stiftschreiber?

Der Schreibapparat ist in Fig. 88 (S. 174) in der Seitenansicht dargestellt. A A ist ein Hufeisen-Elektromagnet, dessen Umwickelung r in den Klemmen a und b endet; die Kerne k seiner Schenkel sind durch die Eisenplatte m mit einander verbunden; der Eisenanker B ist durch die Schraube c in dem Hebel C C befestigt, welcher bei f auf eine Achse festgeschraubt ist und mit dieser sich um seine Schraubenspitzen d d dreht, deren Lage gegen die Wange D des Gestells durch Gegenmuttern unverändert erhalten wird. Sobald nun ein elektrischer Strom durch die Windungen des Elektromagnetes A A geht, wird der Anker B von dessen Eisenkernen k angezogen, so daß der am andern Ende des Schreibhebels C sitzende Stahlstift v gleichzeitig nach oben schlägt; nach dem Aufhören des Stromes wird der Hebel C C durch die an dem Ständer S stellbar befestigte und auf den Arm e an C wirkende Spiralfeder F wieder in seine vorige Stellung zurückgebracht. Durch die Stellschrauben g und h wird die Größe der Bewegung des Hebels C regulirt.

Ein Räderwerk führt in langsamer und gleichförmiger Bewegung einen langen, schmalen, von einer Rolle ablaufenden

Papierstreifen durch zwei geschlitzte Führungsbleche Y hindurch über dem Schreibstifte v hin. Diese Rolle kann mittels des Trägers R auf dem Absatz H des Gestells aufgeschraubt werden, oder neben dem Schreibapparate stehen oder in die hölzerne Grundplatte G desselben gelegt werden (vgl. Fig. 76). T ist eine mit einem Sperrrade versehene Trommel (bei anderen Apparaten ein Federhaus); das treibende Gewicht hängt in einer

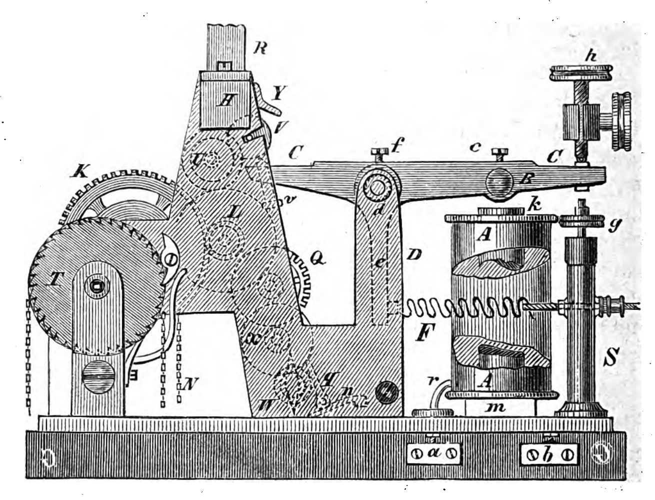


Fig. 88.

von der Trommel und dem ersten Rade K links herabhängenden Schleife der Kette, während die andere Schleife N frei ist (vgl. Fr. 142, 1). Durch Aufsetzen eines Schlüssels auf das quadratische Ende der Welle T wird das Ganggewicht (oder die treibende Feder) ohne jede Störung im Gange des Werkes aufgezogen. Das Rad K greift in das Getriebe des Rades L, dieses in das Getriebe des Rades Q, welches durch das Rad X einen Windflügel W treibt, um den Gang des Uhrwerkes gleichmäßig zu machen. U und V sind zwei etwas rauhe Messingwalzen;

erstere wird von L aus in Umdrehung versetzt, letztere durch ihr Gewicht oder eine Feder an U herangedrückt; in V läuft an der über dem Stifte v befindlichen Stelle eine schmale Rinne ringsum, in welche dieser Stift einschlägt, sobald der Anker B vom Elektromagnet A angezogen wird. Dadurch entsteht in dem zwischen den Walzen U und V hindurchgehenden Papierstreifen eine Vertiefung oder von oben gesehen eine Erhöhung, und zwar ein Punkt oder ein Strich, jenachdem der Anker kürzere oder längere Zeit angezogen bleibt.

Während nicht telegraphirt wird, ist auch das Uhrwerk in Ruhe; sobald durch das Niedergehen des Ankers B und das Aufschlagen des Schreibhebels C C auf die Schraube g der Anfang des Telegraphirens angezeigt wird, lüftet man die auf der Welle des Windflügels aufliegende, durch eine Feder n in ihrer Lage erhaltene Bremse q, wodurch das Uhrwerk und mit diesem der Papierstreifen in Gang kommt. Geübte Telegraphisten lesen das Telegraphirte nach dem Gehör, ohne die Zeichen auf dem Streifen anzusehen. Als das beste Material für den Schreibstift v haben viele Versuche den härtesten Stahl erwiesen.

Um den Schreibhebel C und die Papierführung leichter zugänglich und so namentlich das Einlegen des Streifens p bequemer zu machen, legten Siemens und Halske jene beiden Theile nicht über das Räderwerk, sondern seitwärts neben das Gestell, indem sie auf der längeren Schreibhebelachse Z an verschiedenen Stellen den Ankerhebelarm C und den Stifthebelarm E aufsteckten, so daß letztere beiden Arme nicht in eine Gerade fallen. Fig. 89 zeigt diese Anordnung; die einzelnen Theile sind sonst mit denselben Buchstaben bezeichnet wie in Fig. 88. Der Anker B ist nicht massiv, sondern hohl. Die Stellschraube h ruht in einem besonderen Ständer S_1. Mittels des Griffs t wird die Walze U um ihre Achse nach links gedreht, wenn ein neuer Streifen eingezogen werden soll. Durch den Griff T_1 wird die Feder des Triebwerks aufgezogen; q_1 ist der Hebel zum Lüften der Bremse.

Beim **Stiftschreiber** mit oscillirendem Magnet bildet der **eine Kern** des Elektromagnetes die Achse des Schreibhebels, ist **durch** einen eisernen Schuh bis zu einem Schuh am anderen **Kerne** verlängert, und der Strom umkreist beide Kerne so, daß die **einander** gegenüberstehenden Schuhe entgegengesetzte Pole bekommen, sich anziehen und den Schreibstift gegen das Papier führen (vgl. Fr. 166).

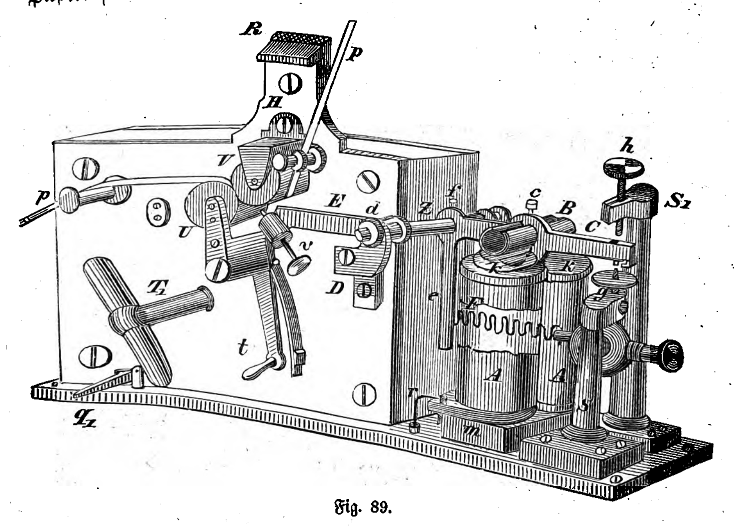


Fig. 89.

159. Wie werden Morse'sche Schriftzeichen farbig erzeugt?

Da die besonders durch ihren Schatten vortretende erhabene Schrift der Morse'schen Apparate die Augen anstrengt, auch eine gewisse Stellung der Apparate gegen das Licht verlangt, um gelesen werden zu können, so suchte man [zuerst*) der Ungar Thomas John, 1854] farbige Zeichen hervorzubringen. An den Farbschreibern kann der Schreibhebel viel

*) Etwas Aehnliches scheint Morse schon in seinem Patent vom Jahre 1837 angeregt zu haben.

leichter sein als bei den Stiftschreibern, weil er keine so kräftige Wirkung auf den Papierstreifen auszuüben hat. Daher pflegte man früher den Farbschreiber gleich unmittelbar (d. h. ohne Relais, vgl. Fr. 165) in die Leitung einzuschalten; für den Dienst auf längeren Linien versieht man ihn jedoch jetzt lieber mit einem Relais. Die Farbschreiber können zwar etwas schneller arbeiten als die Stiftschreiber, doch bleibt letzteren der Vorzug größerer Reinlichkeit und Zuverlässigkeit, weil bei ihnen die Schrift nicht klexig werden oder aus Mangel an Farbe ausbleiben kann.

Digney und Baudoin in Paris gaben dem Schreibhebel h (Fig. 90) vorn anstatt der Spitze eine Schneide i, welche

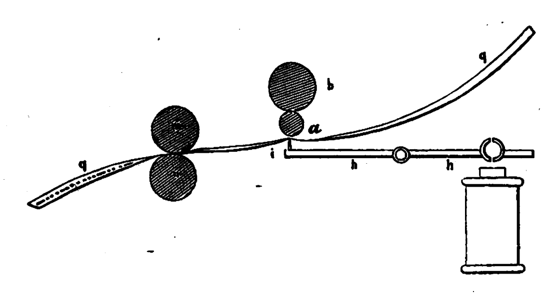


Fig. 90.

beim Arbeiten des Schreibhebels an die kleine Metallscheibe a anschlägt und während der durch die Walzen m und n hervorgebrachten Bewegung des Papierstreifens q die Zeichen auf diesem entstehen läßt; die Tuchwalze b ist mit Farbe getränkt, und theilt letztere fortwährend der Scheibe a mit. C. Lewert fügte seinem, sonst dem Digney'schen ähnlichen, Farbschreiber oberhalb der Farbwalze ein mit der Farbe gefülltes, vorn und hinten mit Glaswänden geschlossenes Gefäß bei, in welchem die Farbe vor Staub geschützt ist, und aus welchem man dieselbe auf ein auf der Farbwalze aufliegendes Tuchläppchen ausfließen lassen kann.

Der Schwarzschreiber von Siemens und Halske ist in Fig. 91 dargestellt; er enthält die von John angewendete Schwärzscheibe. M ist der Elektromagnet, ll der Schreibhebel mit der Verlängerung m, welche am Ende die rotirende Schwärzscheibe r trägt. Zweckmäßig versieht man diese Schwärzscheibe in ihrem ziemlich scharfen Rade mit einer feinen Kerbe, so daß sie einer gewöhnlichen Stahlschreibfeder ähnlich wirkt. Die Achse der Schwärzscheibe ist mittels eines Universalgelenkes mit der Achse eines Getriebes des Räderwerkes gekuppelt, so daß die

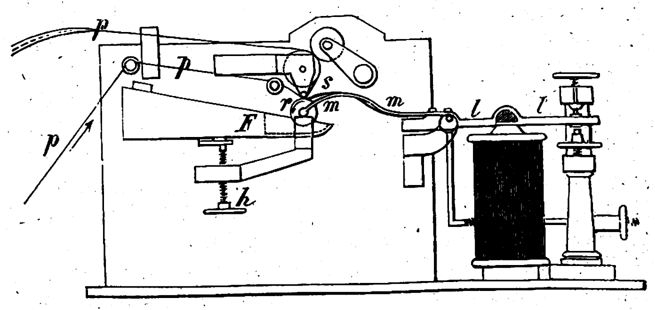


Fig. 91.

Schwärzscheibe beständig in einer (wie der beigefügte Pfeil andeutet) der Papierbewegung entgegengesetzten Richtung umläuft. Durch den Anker des Elektromagnetes wird die Schwärzscheibe gegen den Papierstreifen p gedrückt. Der untere Theil der Schwärzscheibe taucht in ein mit Farbe gefülltes Reservoir, welches von einem Farbebehälter F aus gefüllt erhalten wird und durch die Schraube h gehoben und gesenkt werden kann. Die überschüssige Farbe wird durch eine am Ankerhebel befestigte Feder s, welche fast auf der Mantelfläche der Schwärzscheibe schleift, abgestrichen, damit der Rand der letzteren stets gleichmäßig geschwärzt bleibt. Da der von dem letzten Walzenpaare fortgezogene Papierstreifen über der Schwärzscheibe eine scharfe Kante passirt und somit sich nicht durchbiegen und ausweichen kann, so werden die Zeichen sehr scharf; dabei

macht die Schwärzscheibe nur eine kleine Schwingung gegen den Streifen.

P. Vinay in Paris legte die Farbscheibe in einen Rahmen am verticalen Ende eines Winkelhebels, dessen horizontaler Arm von dem gabelförmigen Ende des Schreibhebels beim Telegraphiren auf und nieder bewegt wird und dabei die Farbscheibe gegen den Papierstreifen drückt. Die Farbe wird der Farbscheibe von einer Zuführungswalze zugeführt, welche auf ihrer untern Seite auf einem mit Farbe getränkten Filzstück schleift.

Bréguet stellte den die Farbscheibe tragenden Schreibhebel vertical, damit die Zeichen sofort nach dem Schreiben abgelesen werden können.

Bei dem polarisirten Farbschreiber von Siemens und Halske sitzt die Schneide oder die Schwärzscheibe an dem einen Ende des Schreibhebels, dessen anderes Ende ein permanenter Magnet ist, zwischen den Polen des Schreibapparat-Magnets liegt und durch galvanische oder Inductionsströme zwischen diesen Polen hin und her bewegt wird.

Mechanikus Wernicke in Berlin baute Schwarzschreiber, bei welchen die Farbe durch ein Capillarröhrchen aus dem daran befindlichen Farbegefäß auf das Papier gelangte (vgl. Fr. 118).

Eine eigenthümliche Einrichtung hat das Farbegefäß des Schwarzschreibers der Telegraph Works Company: Die Farbe befindet sich in dem Raume c (Fig. 92) und wird in diesen durch die Löcher b eingefüllt, nachdem man den Deckel a abgeschraubt hat. Den Behälter c begrenzt die gekrümmte Platte d, welche den einen Schnabel der Schreibfeder bildet und durch deren Löcher die Farbe in die eigentliche Schreibfeder einfließt. Den zweiten Schnabel der Feder bildet eine, d ähnliche,

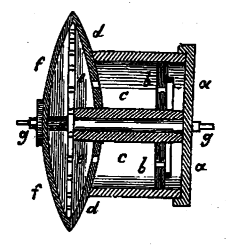


Fig. 92.

aber nicht mit Löchern versehene Metallplatte f. Zwischen den beiden Schnäbeln, und auf die nämliche Achse g wie diese

aufgesteckt, befindet sich die vom Rande herein mit Schlitzen versehene Scheibe e, welche die Farbe nach den Schnäbeln schafft. Das auf dem Ankerhebel sitzende Farbegefäß wird mit seinen Schnäbeln, zwischen denen die Farbe hervorfließt, so lange schreibend gegen den unter ihm hinweg geführten Papierstreifen gedrückt, als der Linienstrom den Anker angezogen erhält. Diese Schreibfeder arbeitet sehr reinlich, versagt nicht, so lange noch etwas Farbe da ist, und verschwendet keine Farbe. So lange der Farbschreiber nicht schreiben soll, wird das Papier durch einen Daumen von dem Farbegefäß wegbewegt.

160. Welche Einrichtung hat der Schlüssel oder Taster?

Das kürzer oder länger andauernde Anziehen des Schreibhebels der in Fr. 158 und 159 beschriebenen Schreibapparate erfolgt bei kürzerem oder längerem Schließen der Batterie mittels des in Fig. 93 abgebildeten Schlüssels oder Tasters.

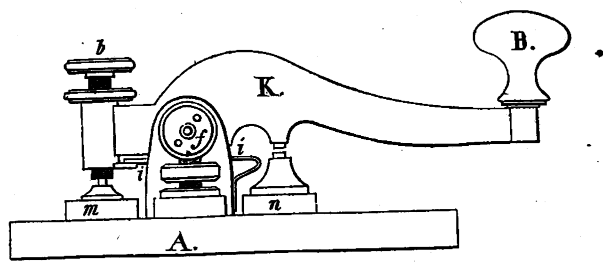


Fig. 93.

Auf der Platte A von Holz oder anderem isolirenden Material sind zwei Messinglager f für die Achse des Tasterhebels K aufgeschraubt. In der Ruhelage wird der Tasterhebel durch eine (flache oder Spiral-)Feder i mit der hinteren Stellschraube b auf den metallischen Ambos m (den Ruhecontact) niedergedrückt. Vorn befindet sich noch ein zweiter Ambos n (der Arbeitscontact), mit welchem der Tasterhebel dann in Berührung kommt, wenn derselbe vorn am Knopfe B niedergedrückt wird, wobei gleichzeitig die Berührung zwischen b und m aufhört.

Um die metallische Verbindung zwischen dem Tasterhebel K und dem zugehörigen Lager f zu sichern und den Stromübergang durch eingestrichenes Oel ꝛc. nicht zu stören, verbindet man bisweilen K mit f noch durch eine kleine metallische Spiralfeder. An den Berührungsflächen zwischen dem Tasterhebel und den Ambosen m und n sind beide durch aufgelegte Platinplättchen gegen Oxydiren durch die beim Oeffnen der Batterie überspringenden Funken geschützt.

Wenn der Taster in Ruhe ist, so kann ein von einer anderen Station kommender Strom ungehindert von f über K, b und m nach dem Schreibapparate gelangen, und hier die zu gebenden Zeichen hervorbringen. Wird dagegen der Taster einer Station niedergedrückt, so wird der Schreibapparat dieser Station wegen der Unterbrechung der Verbindung zwischen b und m ausgeschaltet, dagegen der Strom der Batterie von n über K und f durch die Leitung nach der anderen Station entsendet, so daß dort die Zeichen entstehen und zwar ein Punkt oder ein Strich, jenachdem der Taster nur kurze Zeit oder länger niedergedrückt wird.

Bei den ersten Morse'schen Apparaten war im Ruhestande eine Batterie fortwährend durch die Linie hindurch geschlossen, und es wurde durch Niederdrücken des Tasters der Strom unterbrochen und der Schreibapparat in Thätigkeit gesetzt (Telegraphiren mit Ruhestrom). Jetzt wird gewöhnlich mit Arbeitsstrom telegraphirt, d. h. der Strom nur dann geschlossen, wenn der Schreibapparat in Thätigkeit versetzt werden soll. Im ersteren Falle war eine Batterie für sämmtliche eingeschaltete Stationen hinreichend, im letzteren Falle muß jedoch jede Station ihre eigene Batterie besitzen. Ueber die Einschaltung des Schreibapparates in beiden Fällen vgl. Fr. 246 bis 248.

161. Worin besteht die Schreibplatte Morse's?

Weil die Aneignung der Handfertigkeit zum Zeichengeben mittels des Tasters für Manche zu schwierig erschien, wollte Morse den Taster durch eine leichter zu handhabende Vorrichtung (die Schreibplatte) ersetzen. Diese Schreibplatte,

welche in Europa nicht dauernd in Gebrauch gekommen ist, besteht aus einer Tafel von Elfenbein, in welche die Zeichen des Alphabets als starke Metall-Punkte und -Striche eingesetzt und auf einer darunter liegenden Metallplatte festgelöthet sind. Diese letztere Metallplatte vertritt den Ambos n des Tasters (Fig. 93). Der von der entfernten Station kommende Leitungsdraht ist mittels eines dünnen, spiralförmig gewundenen, gut isolirten Drahtes an einem metallenen, mit Elfenbein umgebenen Stift mit Platinspitze befestigt, welcher somit dem Tasterhebel K entspricht. Wird dieser Stift auf eins der Metallstücke der Elfenbeintafel gesetzt, so wird der Strom eben so durch die Leitung hindurch geschlossen, als wenn der Tasterhebel auf den Ambos niedergedrückt worden wäre. Führt man den Griffel gleichmäßig über eine Reihe der eingelegten Metallstücke hinweg, so erscheint an der entfernten Station der betreffende Buchstabe; denn der Gang des Stiftes über einen Metallpunkt oder einen Metallstrich bringt in dem Schreibapparate auch einen Punkt oder einen Strich, das Hinweggleiten über Elfenbein dagegen einen entsprechend langen Zwischenraum hervor. Um das Abgleiten des Stiftes von den einzelnen Zeichen eines Buchstabens zu verhüten, legte Morse eine nichtleitende Richtplatte mit langen schmalen Oeffnungen so über die Buchstabenplatte, daß die Zeichen eines jeden Buchstabens genau unter einer solchen Oeffnung standen. Beim Telegraphiren fährt man dann mit dem Stifte durch diese Oeffnungen hindurch, die nun eine sichere Führung geben.

162. Lassen sich die Morsezeichen mit einer Claviatur geben?

Man hat mehrfach versucht, die Morsezeichen mittels einer Claviatur zu telegraphiren. Der neueste Vorschlag dazu wurde von Gaspar Sacco gemacht, dessen automatischer Zeichengeber für Telegraphenlinien, auf denen mit Benutzung des Morse'schen Alphabetes in seiner Uebertragung auf Nadeltelegraphen gearbeitet wird (wobei die „Striche“ und „Punkte“ des Morse'schen Alphabetes durch Ablenkungen der Nadel

nach „rechts" und nach „links" wiedergegeben werden), 1871 in Mailand ausgestellt war und eine Claviatur mit 28 Tasten enthält, von denen 26 für Buchstaben, Ziffern und sonstige vorausbestimmte Zeichen bestimmt und damit beschrieben sind, während die zwei „weißen" zur Verschiebung des Cylinders dienen, welcher automatisch die telegraphischen Zeichen absendet und zu diesem Zwecke mit dem positiven Pole der Batterie verbunden ist. Der Cylinder enthält 52 Abtheilungen und zwei Excentrics, welche zur Verschiebung des Cylinders in dem Falle dienen, wo man kein Signal geben, sondern blos den Zwischenraum zwischen zwei Wörtern markiren will. Jeder Tastenhebel ist mit zwei kleinen Armen versehen, welche an verschiedenen Stellen angebracht und gegen den Tastenhebel und gegen einander isolirt sind; der eine, auf der linken Seite, ist mit der Luftleitung, der andere, rechts, mit der Erdleitung in Verbindung gesetzt. In ihrer Ruhelage liegen die beiden Arme an je einer Schraube, welche auf einem, an dem Tastenhebel befestigten und mit dem negativen Batteriepole verbundenen Metallstück angebracht sind. Weiter hat jener Cylinder den Tasten gegenüberstehende, vortretende Metallstifte, welche bei niedergedrückter Taste beziehungsweise den rechten oder linken Arm treffen und von der Schraube, auf der er bisher lag, abheben; in beiden Fällen wird nun zwar der Stromkreis geschlossen, allein der positive Strom geht von dem Cylinder stets nach dem durch einen Stift von seiner Schraube abgehobenen Arm und von diesem in dem einen Falle in die Luftleitung, im anderen Falle zur Erde, wird also die Nadel eines Galvanometers in dem einen Falle nach rechts, im anderen nach links ablenken. Soll also z. B. der Buchstabe C (in Morseschrift ▬ . ▬ .) telegraphirt werden, so wird die Taste C mit dem Finger niedergedrückt, ihr anderes Ende hebt sich und wird durch einen Fänger oder Halter in der gehobenen Stellung erhalten; gleichzeitig wird ein kleiner Haken, welcher den Telegraphircylinder in Ruhe erhielt, bei Seite geschoben, der Cylinder geräth in Umlauf und es trifft zunächst ein Stift den Arm rechts von der Taste, dann ein zweiter Stift den Arm links von der Taste, darauf ein dritter Stift wieder den

Arm rechts und endlich ein vierter Stift wieder den Arm links. Sobald der erste oder dritte Stift den Arm rechts trifft, hebt er diesen von dem Tastenhebel ab, entfernt ihn also vom Zinkpole und der Strom geht durch diesen Arm in die Erdleitung und lenkt die Nadel der Empfangsstation nach „rechts“ ab, was einem Morsestrich entspricht; durch die Luftleitung gelangt er nach der sprechenden Station zurück, daselbst nach dem links von dem Tastenhebel befindlichen Arme und durch diesen und den Tastenhebel nach dem Zinkpole. Trifft dann der zweite oder vierte Stift den linken Arm, so sendet der Cylinder den Strom durch die Luftleitung nach der Empfangsstation und lenkt die Nadel nach „links“ ab, was dem Morsepunkte entspricht. Hat der Cylinder die zu einem Buchstaben gehörigen Ströme entsendet, so stößt ein Ansatz gegen den Fänger, welcher das gehobene Ende der Taste gehoben erhielt, führt den Fänger in seine Lage zurück, und der Cylinder wird angehalten. Der Cylinder hat an seinen beiden Enden noch zwei schiefe Ebenen, mittels deren der Cylinder leicht in seiner Achsenrichtung verschoben werden kann. Die beiden „weißen“ Tasten der Claviatur liegen an den beiden Enden und ihre Hebel sind nicht wie die anderen mit zwei Armen versehen, sondern jeder ist nur mit einem messingenen Winkelstück ausgerüstet, welches beim Niederdrücken der Taste gegen die betreffende schiefe Ebene am Cylinder wirkt und diesen so weit nach der einen oder der anderen Seite verschiebt, als nöthig ist, um anstatt der zu den Buchstaben gehörigen Stifte die zu den Ziffern gehörigen oder umgekehrt den Armen an den Tasten gegenüber zu stellen, sobald man nicht mehr Buchstaben, sondern Ziffern telegraphiren will oder umgekehrt (vgl. Fr. 148). Für gewöhnliche Morseschrift wird die Einrichtung der Claviatur wesentlich einfacher.

163. Wie arbeitet der magneto-elektrische Typen-Schnellschreibapparat von Siemens und Halske?

Bei dem auf mehreren Linien probeweise verwendeten **Typenschnellschreiber** von **Siemens** und **Halske** dient als Elektricitätsquelle der auch beim Siemens-Halske'schen Zeigerapparat

(Fr. 137) benutzte magneto=elektrische Inductionsapparat. Ein polarisirter Schwarzschreiber schreibt ohne Hülfe einer Localbatterie die Morsezeichen direct nieder, und zwar müssen zur Bildung eines Punktes oder Striches zwei Ströme die Leitung durchlaufen, da der erste Strom den Beginn, der zweite, entgegengesetzt gerichtete, das Ende des farbigen Zeichens bewirkt. Soll aber dabei ein Strich entstehen, so darf nicht der unmittelbar nach dem positiven Strom vom Inductor gelieferte negative Strom, sondern erst ein späterer in die Leitung gelangen. Dazu wird durch die Vorsprünge geeigneter Typen, aus denen das Telegramm zusammengesetzt wird, ein Winkelhebel gegen einen Contact gedrückt und so den Strömen zur rechten Zeit der Weg in die Leitung eröffnet. Demgemäß muß die Geschwindigkeit, mit welcher die Typen unter dem Winkelhebel hingeführt werden, zu der Umdrehungsgeschwindigkeit des Inductors passen; daher werden Typen und Inductor von der nämlichen Schwungradwelle aus bewegt. Die Schienen, in welche die Typen eingesetzt werden, haben nämlich an der Unterseite Zähne, in welche eine auf der Inductorachse sitzende Schraube ohne Ende eingreift; die vordere Seitenfläche der Schienen aber ist mit Einschnitten versehen, welche mit den Zähnen genau correspondiren und dazu dienen, die Typen in eine bestimmte Lage zu den Zähnen, mithin auch zur augenblicklichen Lage der Inductorachse zu bringen. Der eine Arm des Winkelhebels wird durch eine Feder gegen die Typen angedrückt; so lange dieser Arm auf einer Erhöhung der Type liegt, legt sich der andere federnde Arm an eine mit der Leitung verbundene Contactschraube und läßt alle Inductionsströme in diese eintreten und der Farbschreiber schreibt Punkte; fällt der erste Arm in die Vertiefung zwischen zwei Erhöhungen, so liegt der andere Arm jetzt an einer isolirten Stellschraube, es kann kein Strom in die Leitung eintreten, und der Farbschreiber schreibt einen Strich, bis der erste Arm wieder auf eine Erhöhung zu liegen kommt.

Der vorerwähnte Apparat vermag auf sehr bedeutende Fernen ohne Translation (vgl. d. 20. Kap.) zu arbeiten. Die

Berichtigung von Fehlern, welche sich etwa einschleichen, ist jedoch umständlich. Die Geschwindigkeit, mit welcher dieser Apparat arbeitet, beträgt 60 bis 80 Wörter in der Minute, also ungefähr die sechsfache Leistung der gewöhnlichen Morse-Apparate. Ueberhaupt kann ein Apparat, welcher blos kurze Ströme sendet, schneller arbeiten, weil diese Ströme die Leitung weniger stark laden, als längere Ströme, so daß die Entladung (vgl. Fr. 239) und ebenso auch die Entmagnetisirung der Elektromagnetkerne schneller erfolgt.

Später betrieben Siemens und Halske den Schnellschreiber mit Batterieströmen. Auch verwarfen sie später jene Typen, welche einen ganzen Buchstaben gaben, und setzten das ganze Telegramm blos aus drei verschiedenen Typensorten: Punkten, Strichen und Zwischenräumen zusammen. Zur Vereinfachung und Erleichterung des Setzens und Wiederablegens der Telegramme entwarfen sie eine verhältnißmäßig einfache Typensetzmaschine und eine Typenablegmaschine.

164. Hat man noch andere selbstthätige Zeichengeber vorgeschlagen?

Die Regelmäßigkeit und Richtigkeit der Morsezeichen und die Geschwindigkeit des Telegraphirens hat man auch sonst noch auf verschiedene Weise von der Persönlichkeit des Telegraphisten unabhängig zu machen versucht. Der erste Vorschlag dazu scheint von Morse gemacht worden und auf die Benutzung von Typen gerichtet gewesen zu sein. Aehnliches beabsichtigte General Augustin. Bei der älteren, von Wheatstone, Bain (1849), Digney, Siemens u. A. vorgeschlagenen Art der zu diesem Behufe angewandten automatischen oder selbstthätigen Zeichengeber sollten durch einen dem Taster ähnlichen Hand-Schriftlocher oder ein mit einer Claviatur versehenes Stempel- oder Lochwerk (Tasten-Schriftlocher) in einem Papierstreifen Löcher von einer den Morsezeichen entsprechenden Länge ausgeschnitten oder ausgestoßen werden; darauf wurde die Richtigkeit der Durchlochung geprüft und der Streifen dem Zeichengeber überliefert; beim Abtelegraphiren

wurde der Streifen mechanisch über eine mit dem Batteriepole verbundene Metallwalze geführt, während auf dem Streifen eine mit der Leitung verbundene metallene Feder oder Rolle aufschleifte und den Strom so oft und so lange schloß, als sie durch ein Loch im Streifen hindurch jene Metallwalze berührte.

Chauvassaigne und Lambrigot, deren Apparat im September 1867 zwischen Paris und Lyon probirt wurde, schrieben mittels eines einfachen Tasters das Telegramm in Morsezeichen mit einer geschmolzenen Harzmasse auf eine Metallplatte, über welche dann die telegraphirende Feder oder Rolle schleifte; auf der Empfangsstation erschienen die Zeichen chemisch auf einem Papierstreifen, welcher sehr vortheilhaft erst unmittelbar vorher mit der zu zersetzenden Lösung von gelbem Blutlaugensalz und salpetersaurem Ammoniak getränkt wurde, indem er unmittelbar vor dem zersetzenden Eisenstifte über ein Scheibchen weggeführt wurde, welches in ein mit der Lösung gefülltes Näpfchen eintauchte. Muß dagegen die Empfangsstation das Telegramm noch weiter telegraphiren, so läßt sie die Zeichen vom Empfangsapparat gleich mit Harzmasse auf ein Metallband schreiben, welches dann unmittelbar automatisch abtelegraphirt wird.

165. Was versteht man unter einem Relais?

In Fr. 158 und 159 wurde angenommen, daß der von einer entfernten Station kommende elektrische Strom direct in die Umwindungen des unter dem Schreibhebel befindlichen Elektromagnetes geführt werde und dadurch den Schreibhebel selbst anziehe. Lange Telegraphenlinien schwächen aber durch ihren großen Widerstand den Strom so sehr, daß er nicht mehr im Stande ist, den Schreibhebel kräftig anzuziehen, und daß dann eine Unsicherheit in der Zeichengebung entsteht. Dieser Umstand gab Veranlassung zur Construction des Relais (franz. = Vorspann, engl. Relay). Ein Relais benutzten zuerst Cooke und Wheatstone 1837 für den ihrem Nadeltelegraphen beigegebenen Wecker (vgl. Fr. 180). Beim Morse'schen Apparat wandte es zuerst Morse 1844 auf der Linie Washington-

Baltimore an. Auch für Zeigerapparate ward das Relais benutzt, z. B. von Kramer (Fr. 131) und von Fardely.

Ein bequemes Relais ist in Fig. 94 und 95 in der Seitenansicht und im Grundriß abgebildet. M ist ein Elektromagnet mit sehr zahlreichen (etwa 7600) Umwindungen aus feinem (0,16 Millim. starken) Draht, dessen Enden u nach den Klemmschrauben 1 und 2 geführt sind. Ueber den Eisenkernen r dieses Elektromagnetes befindet sich der am metallenen Hebel b b durch die Schraube c befestigte Eisenanker a; der Hebel b b ist mit seiner in sehr feine Spitzen auslaufenden Drehachse d d auf einem besonderen isolirten Ständer D zwischen zwei Schrauben e_1 und e_2 gelagert und wird im Zustande der Ruhe, also wenn kein Strom circulirt, an dem einen Ende durch die daselbst befindliche Spiralfeder f abwärts, mit dem anderen Ende dagegen aufwärts und an die obere Stellschraube s_1 des Ständers C angedrückt. Diese Schraube s_1 ist an ihrer Spitze, wo sie den Hebel b b berührt, durch ein Elfenbein- oder Achatplättchen gegen den Hebel b b isolirt. Die untere Stellschraube s_2 an dem Ständer C ist jedoch ganz metallisch; zieht also der Elektromagnet M den Anker a an und drückt dadurch den Hebel b b auf die Stellschraube s_2 nieder, so ist der Hebel b b durch die Schraube s_2 mit dem Ständer C verbunden, von welchem ein Leitungsdraht nach der Klemme 3 führt. Die Ständer D und E sind gegen die auf der Holzplatte A liegende Metallplatte B durch Elfenbein isolirt und stehen mit der Klemme 4 in Verbindung. In dem hohlen Ständer E befindet sich eine Schraubenspindel n, bei deren Drehung nach rechts oder links sich die darauf sitzende, verschiebbare Mutter nebst dem daran befindlichen Arme g auf- oder abwärts bewegt und so die durch eine kleine Schraube an diese Mutter befestigte Spiralfeder f stärker oder schwächer spannt. Die untere Stellschraube s_2 ist so gestellt, daß bei der Anziehung des Hebels b b der Anker a nicht mit den Eisenkernen r des Elektromagnetes in Berührung kommt; sonst bliebe bei feiner Stellung der Spiralfeder f der Anker a theils in Folge der Adhäsion, theils weil die Eisenkerne des Elektromagnetes nach längerem Gebrauche einen geringen Grad

von permanentem Magnetismus annehmen, leicht an den Kernen r haften. Die untere Stellschraube s_2 und der Hebel b b sind da, wo der Strom übergeht, mit Platin belegt. Die

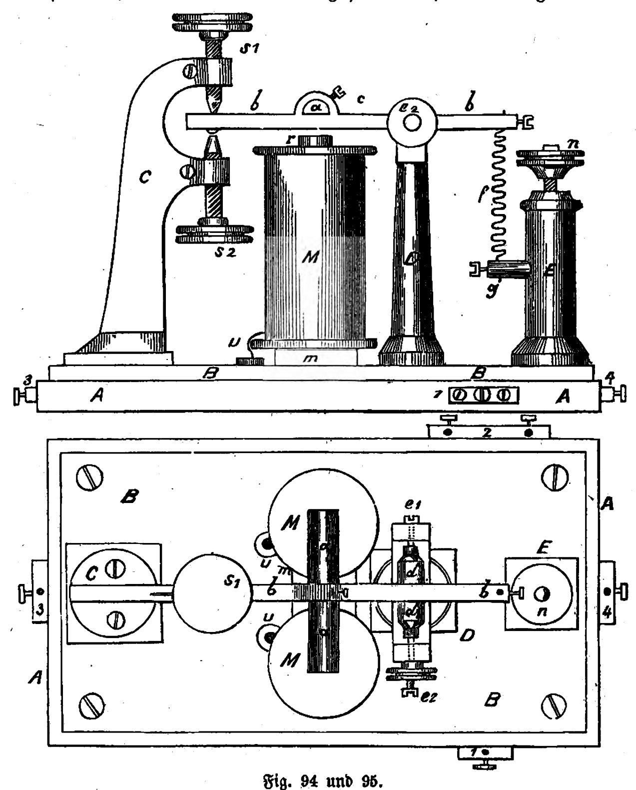


Fig. 94 und 95.

beiden Kerne r des Elektromagnets M sind unten durch das Eisenstück m verbunden.

Wenn nun ein von einer entfernten Station kommender elektrischer Strom durch die Klemme 1 in die Windungen des

Elektromagnetes M ein- und durch Klemme 2 austritt und in die Erde oder nach der nächsten Station geht, so wird, selbst bei sehr schwachem Strome, der leicht bewegliche Hebel b b vom Elektromagnet M soweit bewegt, daß sein Ende sich auf die Schraube s_2 auflegt. Hierdurch wird eine Orts- oder Local-Batterie geschlossen, deren Strom nur die in der Regel aus nur wenig (etwa 2300) Umwindungen aus stärkerem (0,5 Millim. dicken) Drahte bestehenden Rollen des Elektromagnetes des Schreibwerkes durchläuft und daher bei dem verhältnißmäßig geringen Widerstande *) große Stärke besitzt. Außerdem besteht die Localbatterie auch aus wenigen großen Elementen, um in sich selbst wenig Widerstand zu haben. Der eine Pol dieser Batterie ist nun durch die Klemme 3 mit dem Ständer C und der Schraube s_2 verbunden, der andere Pol durch die Klemme a mit dem einen Ende r des Umwindungsdrahtes vom Schreibelektromagnet A (Fig. 88) und das andere Ende dieses Drahtes durch die Klemmen b (Fig. 88) und 4 (Fig. 94 und 95) mit dem Ständer E und dem Hebel b b. So lange demnach das Hebelende b von der Schraube s_2 entfernt ist (im Ruhestande), ist die Batterie nicht geschlossen. Sowie aber der aus der Leitung kommende Strom die Windungen des Relais-Elektromagnetes M durchströmt, legt sich b auf s_2 und schließt die Localbatterie durch den Elektromagnet A des Schreibwerkes hindurch, der Schreibhebel schlägt kräftig nieder und der Schreibstift in den Papierstreifen.

Die Batterie, welche ihren Strom in der Leitung nach der entfernten Station sendet und nur auf die Elektromagnete der Relais zu wirken hat, heißt, im Gegensatz zur Localbatterie, die Linienbatterie oder Telegraphirbatterie.

166. Giebt es noch andere Arten von Relais?

Das Relais wurde namentlich durch Siemens und Halske außerordentlich vervollkommnet, so daß man mit demselben von

*) Der Widerstand des Schreibapparates beträgt etwa 30, der des Relais 650 Quecksilber-Einheiten.

Berlin nach Amsterdam (105 Meilen) mit nur 6 Elementen direct zu sprechen vermochte.

Bei den älteren Relais von Siemens und Halske befindet sich die Schraube s_2 in einer senkrecht verschiebbaren Messinghülse, innerhalb welcher das Ende des Hebels b b an einem Achathütchen oben anliegt. Diese Hülse läßt sich durch die Schraube s_1 heben und senken und so die Entfernung des Eisenankers a vom Elektromagnet verändern, ohne Verstellung der Schraube s_2.

Ein neueres Relais von Siemens und Halske ist in Fig. 96 im Grundriß dargestellt. In einer cylindrischen Büchse befindet sich ein senkrecht stehender Elektromagnet m m_1, dessen Eisenkerne k und k_1 am Ende im Querschnitt viereckig sind und einen leichten, um eine verticale Achse drehbaren Metall-Hebel d d zwischen sich haben. Im Ruhestande des Apparates, so lange also nicht ein elektrischer Strom die Eisenkerne k u. k_1 des Elektromagnetes magnetisirt, wird das längere Ende des Hebels d durch die Spiralfeder f an das

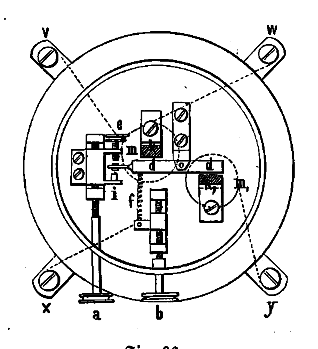


Fig. 96.

isolirende Achathütchen i leicht angedrückt. Sobald jedoch ein Strom, in den Klemmen w und y ein- und austretend, die Drahtwindungen des Elektromagnetes durchläuft, ziehen die magnetisch gewordenen Eisenkerne k und k_1 die Enden des Hebels d d an, bis sich das längere Hebelende an die metallene Stellschraube e anlegt und die Localbatterie schließt, deren Strom von der Klemme v über e, d und f nach x geht. Die Entfernung des Hebels d d von den Eisenkernen k und k_1 wird durch die Schraube a regulirt; durch Rechtsumdrehen wird diese Entfernung größer, durch Linksumdrehen geringer.

Die Spannung der Spiralfeder f wird größer, wenn die Schraube b rechts, dagegen geringer, wenn diese links umgedreht wird.

Außerdem hat man auf sehr verschiedene Weise die Empfindlichkeit des Relais zu erhöhen versucht, damit es auf die schwächsten Ströme anspreche. Die Elektromagnetrollen wurden bald aufrecht gestellt, bald wagrecht gelegt; eben so der Ankerhebel, welcher bald gerad, bald als Winkelhebel ausgeführt wird und außerdem bald horizontal hin und her, bald vertical auf und nieder schwingt. Siemens und Halske bauten ein Relais ganz so, wie ihren Schreibapparat, mit oscillirendem Magnet (Fr. 158). Der verlängerte Schuh S (Fig. 97) des Kerns in der Rolle b spielt zwischen zwei Stellschrauben s_1 und s_2 und schließt die Localbatterie, wenn er, von dem Schuh N an dem Kern in der Rolle a angezogen, sich auf s_2 auflegt. Hipp brachte zwei Spannfedern am wagrechten Relaishebel an, den die eine nach oben, die andere nach unten zieht. Die Kerne des Norddeutschen Relais sind der Länge nach geschlitzte Eisenröhren und am obern Ende durch eingesetzte Eisenstücke geschlossen; sie lassen sich mittels einer auf einen Hebel wirkenden Stellschraube in den Rollen heben und senken; auch der Anker ist geschlitzt (wie in Fig. 89), doch blos, weil da in Folge der Resonanz der Anschlag lauter ist und sich das Telegramm besser nach dem Gehör ablesen läßt. Ein sehr empfindliches Relais lieferte Marcus in Wien, indem er den massiven oder hohlen Kern des Elektromagnetes durch ein Bündel von Drahtstäben ersetzte, welche theils in der Mitte der Windungen, theils zu beiden Seiten derselben liegen und schon durch schwache Ströme bis zur Sättigung magnetisirt werden.

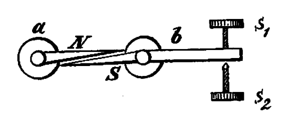


Fig. 97.

167. Was ist ein polarisirtes Relais?

Da bei wechselnder Stromstärke während des Telegraphirens die Stellschrauben des Relaishebels (a und b Fig. 96) häufig in ihrer Stellung verändert werden müssen, so bemühte man sich, ein Relais ohne Spannfeder zu construiren. De Lafolly legte die Drehachse des eisernen Ankerhebels in den einen Elektromagnetkern, so daß also der Hebel eine Fortsetzung dieses Kerns bildete, während der Dauer des Stromes im Elektromagnet ebenfalls magnetisch und deßhalb von dem entgegengesetzt magnetischen zweiten Kern kräftig angezogen wurde; nach dem Aufhören des Stromes sollte ein permanenter Magnet den Ankerhebel in die Ruhelage zurückführen; dabei muß dieser Magnet dem Ankerhebel denselben Pol zukehren, welcher in letzterem durch den Strom entwickelt wird, damit dieser Magnet während der Stromdauer den Ankerhebel abstoße. Andere entwarfen polarisirte Relais, deren Anker permanent magnetisch sind und in angemessener Weise zwischen oder neben den Elektromagnetkernen angebracht werden; der vom Anker in den Kernen inducirte Magnetismus zieht den Anker in seine Ruhelage an die isolirte Stellschraube; der Strom entwickelt in den Kernen gleichnamige Pole, so daß der Anker abgestoßen wird und sich an die nicht isolirte Stellschraube anlegt. Noch einfacher ist es, wenn man mit Strömen von abwechselnd umgekehrter Richtung telegraphirt, weil dann der Relaishebel durch einen Strom von gewisser Richtung und beliebiger Stärke angezogen, durch einen Strom von entgegengesetzter Richtung und derselben Stärke abgestoßen wird.

168. Wie construirten Siemens und Halske ihr Inductionsrelais?

Das Inductionsrelais von Siemens und Halske, von welchem Fig. 98 den verticalen Durchschnitt, Fig. 99 die obere Ansicht zeigt, besteht aus einem rechtwinkelig gebogenen Stahlmagnet NS, auf dessen Schenkel N die Eisenkerne und Drahtrollen eines Elektromagnetes mm′ befestigt sind, während am Ende des anderen Schenkels S ein Eisen-

stäbchen $N_1 S_1$, welches als Relaishebel dient, in feinen Zapfen horizontal drehbar ist. Die Bewegung dieses Eisenstäbchens wird durch die Metallschraube e und das Achathütchen i begrenzt. Wenn nun N und S den Nord- und Südpol des Stahlmagnetes bezeichnen, so müssen die oberen Enden n und n_1 der Eisenkerne des Elektromagnetes durch magnetische Induction ebenfalls zwei Nordpole bilden und aus demselben Grunde das Ende S_1 am Stäbchen einen Südpol. Letzteres wird daher von den beiden Nordpolen n und n_1 angezogen und bleibt sowohl an der Schraube e wie an dem Achathütchen i liegen, wenn man ihm eine dieser Stellungen giebt; im ersteren Falle überwiegt die Anziehung zwischen n und S_1, im letzteren zwischen n_1 und S_1; letztere Stellung hat das Stäbchen im Ruhestande des Apparates einzunehmen. Durchläuft dann ein von der telegraphirenden Station kommender Inductionsstrom die Umwindungen des Elektromagnetes m m′, und erzeugt dieser Inductionsstrom bei n einen Nordpol und bei n_1 einen Südpol, so wird der Nordmagnetismus in n verstärkt, in n_1 geschwächt oder aufgehoben, und in Folge dessen wird S_1 von n an die Schraube e herangezogen und schließt somit die Localbatterie. Auch nach dem Aufhören des elektrischen Stromes bleibt S_1 an e liegen, weil dann der Elektromagnetismus zwar

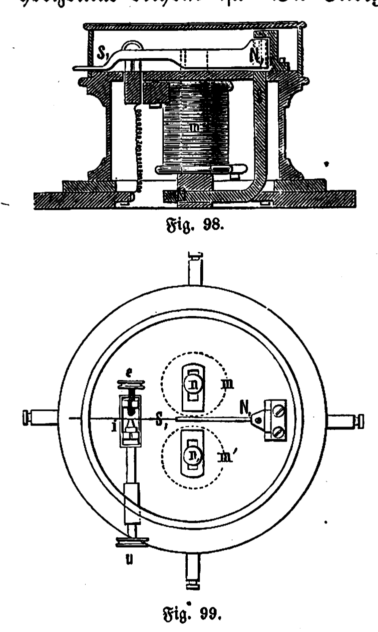


Fig. 98.

Fig. 99.

verschwindet, aber die Anziehung zwischen n und S_1 stärker ist, als zwischen n_1 und S_1. Das Eisenstäbchen wird erst durch den nachfolgenden entgegengesetzt gerichteten Inductionsstrom in seine frühere Stellung zurückgeführt, weil dieser in n_1 einen Nordpol und in n einen Südpol erzeugt, so daß die Anziehung zwischen n_1 und S_1 und die Abstoßung zwischen n und S_1 das Stäbchen wieder an das Achathütchen i anlegen, wobei gleichzeitig der Strom der Localbatterie unterbrochen wird. Da der Schließungsstrom immer gleiche Stärke mit dem Oeffnungsstrom hat, so braucht, wenn einmal das Eisenstäbchen N_1 S_1 mittels der Regulirungsschraube u seine richtige Stellung erhalten hat, eine Regulirung fast niemals wieder vorgenommen zu werden, welche Stärke auch die Inductionsströme haben mögen.

Die Localbatterie bleibt also stets bis zum nächsten entgegengesetzten Inductionsstrom geschlossen. Will man nun mit Magnetoinductionsströmen Striche und Punkte telegraphiren, so könnte man wie in Fr. 163 verfahren; wie bei Elektroinductionsströmen der Taster und die Inductionsrolle mit der Leitung und dem Relais zu verbinden sind, wird im 20. Kapitel (Fr. 249) näher beschrieben werden.

169. Welche Einrichtung gab Varley dem polarisirten Relais?

Für unterseeische Linien besonders verwendet Fleetwood Varley ein Relais, das als Vervollkommnung von Wheatstone's Galvanometer-Relais angesehen werden kann. Dasselbe enthält in einer Multiplicatorrolle eine Magnetnadel, deren Achse mit dem einen Localbatteriepole in Verbindung steht; die Nadelachse trägt einen Arm, an dem ein Contactstift sitzt, dessen Contactfläche nach einer Kugelhaube gestaltet ist; in der Ruhelage des Tasters durchläuft das Relais ein Strom, welcher jenen Arm an eine Stellschraube anlegt, wobei jedoch die Nadel nicht einmal ihre verticale Lage annehmen kann, damit sie, durch das noch vorhandene Uebergewicht, bei einem Strom von entgegengesetzter Richtung um so leichter an die den Localstrom schließende Contactfeder angelegt werden kann.

Bei dem in Fig. 100 abgebildeten Relais für wechselnde Ströme läßt Varley den innerhalb der Spulen des Elektromagnetes M liegenden eisernen Relaishebel b b zwischen den

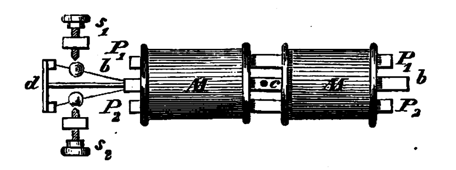


Fig. 100.

Polen P_1 und P_2 zweier permanenten Magnete, welche an seinen beiden Enden liegen, um die Achse c schwingen. An die beiden Arme am Querhaupte d des Hebels b b sind zwei Federn angelöthet, welche zwei Contactkugeln aus Platin tragen und sich mit diesen an die Stellschrauben s_1 und s_2 anlegen können.

170. Wie ist Stöhrer's Doppelstift-Schreibapparat construirt?

Bei dem Morse'schen Einstiftapparat ist die Richtung des elektrischen Stromes gleichgültig; in jedem Falle wird durch das obere Ende des Relais-Elektromagnetes, es mag Süd- oder Nordmagnetismus angenommen haben, der Eisenanker des Relaishebels angezogen und die Localbatterie durch das Schreibwerk hindurch geschlossen. Der Mechanikus Stöhrer in Leipzig hat unter Beibehaltung eines einzigen Leitungsdrahtes einen Schreibapparat mit zwei Schreibhebeln und Stiften construirt, welche nach Bedarf in Bewegung gesetzt werden, indem der Strom der Linienbatterie mittels zweier Tasten bald in der einen, bald in der entgegengesetzten Richtung in die Leitung und durch ein eigenthümlich construirtes Relais gesendet wird. Die Elementarzeichen (Punkt und Strich) können hier in zwei verschiedenen Linien auf dem Papierstreifen markirt werden; es sind daher die Combinationen dieser vier Grundzeichen, welche die Buchstaben ꝛc. bilden, hier viel einfacher, als beim Einstift-

Apparate; demnach kann mit dem Doppelstiftapparat schneller telegraphirt werden. Das Alphabet und die übrigen Zeichen, welche mit dem Doppelstiftapparate gegeben werden, sind folgende:

a	b	c	ç	d	e	f	g	h	i	k	l
		·	·· —			— ·	· —	·	·	··	·
—	— ·	—		· —	·			··		·	··

m	n	o	p	q	r	s	t	u	v	w
		···	—		··	·	·	—	·	··
····	··	·		· — ·		·	·		—	·

x		y	z	j	
— ·	· · ·	— —	·	— · ·	·
oder ·		·	· ·	oder — —	

ch	sch	und	ist	der	die	das
·		··		·	··	·
···	·· —	·	····	— ·	—	— ·

0	1	2	3	4	5	6	7
	—	—	—		· ·	—	
—	·	··	···	— —	—	· —	— · ·

8	9	Punkt	Komma	Strichpunkt	
—	—	····	— —	— — —	— — ····
·	—			oder	

Fragezeichen		Schlußzeichen	Einschlußzeichen
— —	···		···· ····
· · · oder ·		— — —	—

Anführungszeichen	Apostroph	=	Ausrufungszeichen
— —	· ·	··	· ···
···	· ·	··	· ·

§	Bindestrich	Neue Zeile.
· ·	··	— — —
· ·	··	· ·

Außer diesen Zeichen sind noch eine große Menge ziemlich einfacher Zeichen verfügbar, da vier Grundzeichen ., ˙, — und ‾ zu zweien 16mal, zu dreien 64mal und zu vieren 256mal

combinirt werden können, was zusammen 340 Zeichen giebt, während beim Einstiftapparate die Grundzeichen 2, die Combinationen zu zwei 4, die Combinationen zu drei 8 und die zu vier 16, also zusammen nur 30 Zeichen liefern.

Der Doppelstiftapparat von Stöhrer war bei den bayrischen und sächsischen Staatstelegraphen in Gebrauch, bis

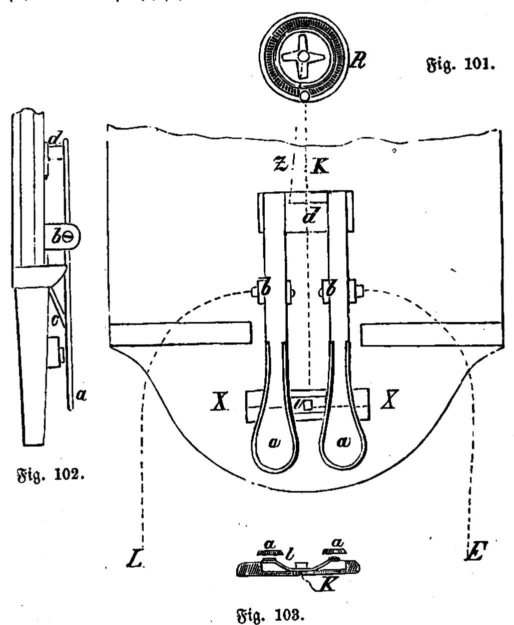


Fig. 101.

Fig. 102.

Fig. 103.

wegen des Directdurchsprechens der Einstiftapparat im Gebiete des deutsch-österreichischen Telegraphen-Vereins allgemein eingeführt wurde. Er enthält drei Haupttheile: Commutator, Relais und Schreibwerk.

Der Commutator, welcher in Fig. 101 und 102 in Grundriß und Aufriß, in Fig. 103 im Durchschnitt nach der Linie XX dargestellt ist, besteht aus zwei messingenen um die Achsen b b

sich drehenden Tasten a a; diese werden durch darunter befindliche Federn c im Ruhezustande mit den hinteren Enden auf das Messingstück d fest aufgedrückt. Die unter den Tasten liegende Stahlfeder l steht durch den Draht K mit dem Kupferpole der Linienbatterie R in Verbindung; der Zinkpol dieser Batterie durch den Draht Z mit d. Die Achse b der rechten Taste ist durch den Draht E mit der Erde, die der linken durch den Draht L mit dem Relais-Elektromagnet und der Leitung in Verbindung. Daher kann im Ruhestande beider Tasten ein von einer entfernten Station kommender Strom, nach seinem Durchgange durch das Relais, über L durch beide Tasten ungehindert zur Erdplatte E gelangen. Die Batterie R aber ist offen.

Wird eine der beiden Tasten niedergedrückt, so tritt dieselbe mittels der Feder l in Verbindung mit dem Kupferpole der Batterie R, aber wegen des gleichzeitigen Emporhebens von dem hinteren Gestell d außer Verbindung mit dem Zinkpole; die nicht niedergedrückte Taste dagegen bleibt inzwischen mit dem Zinkpole verbunden. Daher geht nur so lange ein Strom durch die Telegraphenleitung, als eine Taste niedergedrückt ist; auch ist die Richtung des Stromes entgegengesetzt, jenachdem die linke oder die rechte Taste niedergedrückt wird.

Bei der hier angegebenen Einrichtung, wo das Relais bei L eingeschaltet ist, geht der Strom auch beim Fortgeben von Depeschen durch das Relais der Abgangsstation, so daß der eigene Apparat jederzeit mitarbeitet; doch kann man durch einen am hinteren Ende der Tasten angebrachten Hebel, welcher beim Niederdrücken eine directe Verbindung mit dem Leitungsdrahte hinter dem Relais herstellt, auch den eigenen Apparat beim Fortgeben von Telegrammen ausschalten.

Das Relais (Fig. 104) hat durch die Localbatterie den Schreibapparat in Thätigkeit zu setzen; es besteht aus zwei hufeisenförmigen, senkrecht stehenden, starken Stahlmagneten A und A_1, welche an ein Gestell C von trockenem Holze oder Marmor befestigt und gegen einander isolirt sind. Um die feinen Schraubenspitzen f und f_1, welche durch die oberen Enden N, S und N_1, S_1 der Magnete gehen, sind die Relaisanker D und D_1

leicht drehbar. Die mittleren Theile dieser Relaisanker sind von Messing, die rechtwinklig darauf stehenden Endstücke n, s und n_1, s_1 von weichem Eisen; letztere müssen daher dieselbe magnetische Polarität besitzen, wie die ihnen zunächst stehenden Enden der Stahlmagnete A und A_1. So sind z. B. n und n_1 wie N und N_1 magnetische Nordpole, s und s_1 wie S und

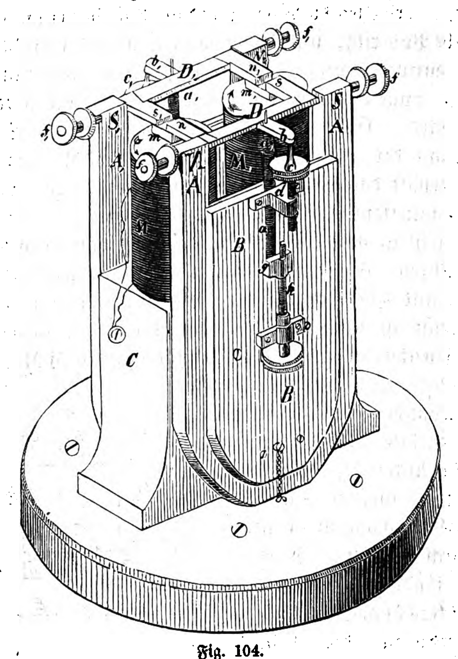


Fig. 104.

S_1 Südpole. Die Spiralfedern a und a_1, welche dicht neben den Drehachsen der Relaisanker angelegt sind, streben, die Enden b und b_1 der Relaisanker niederzuziehen und die entgegengesetzten n, s und n_1, s_1 emporzuheben, so daß letztere im Ruhestande des Apparates nicht auf den Enden der eisernen Elektromagnetkerne aufliegen; die Größe des Zwischenraums zwischen beiden

wird durch die in den festen Ansätzen $d\, d_1$ sich drehenden Stellschrauben $c\, c_1$ regulirt. Die Mutter g, welche in der Messingplatte B ihre Führung hat, läßt sich durch die Schraube h auf- und niederbewegen und dadurch die Spannung der Spiralfeder a nach Bedarf vergrößern oder vermindern.

Durchläuft ein elektrischer Strom die Windungen des Elektromagnetes, so erhalten die Pole m und m_1 desselben entgegengesetzte magnetische Polarität, und daher muß je nach der Richtung des Stromes entweder der eine oder der andere Relaisanker von m und m_1 angezogen werden, wodurch die Localbatterie geschlossen wird. Geht z. B. der positive elektrische Strom in der Richtung der auf dem Elektromagnet $M M_1$ verzeichneten Pfeile, so erhält das Ende m Nordmagnetismus und das Ende m_1 Südmagnetismus; daher wird das Ende s_1 des Relaisankers D_1 von m und das Ende n_1 desselben von m_1 angezogen; beim Umkehren des Stromes findet das Entgegengesetzte statt, nämlich n und s werden beziehungsweise von m und m_1 angezogen. Nun ist nach Fig. 105 ein Pol der Localbatterie B mit den Eisenkernen $m\, m_1$ des Elektromagnetes $M M_1$, der andere Pol aber mit beiden Relaisankern verbunden, so daß stets der vom Relais-Elektromagnet angezogene Anker die Localbatterie B durch einen der Schreibapparat-Elektromagnete I oder II hindurch schließt. Werden z. B. die Enden n und s des Relais-Ankers D von den Schenkeln m und m_1 des Relais-Elektromagnetes angezogen, so geht der positive Strom der

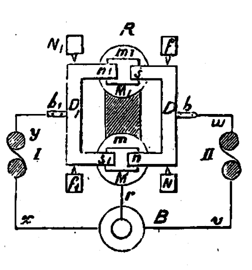


Fig. 105.

Localbatterie B vom Kupferpole in dem Drahte v nach dem Elektromagnet II des Schreibwerkes und aus diesem durch den Draht w in den Relaisanker D, von hier aus in die Eisenkerne $m\, m_1$ und im Drahte r zurück zum Zinkpole der Batterie. Werden dagegen s_1 und n_1 angezogen, so geht der Strom im

Draht x in den Elektromagnet I des Schreibwerkes, durch den Draht y in den Relaisanker D_1 und aus diesem durch die Eisenkerne m m_1 und den Draht r in die Batterie zurück.

Das Schreibwerk ist dem des Einstiftapparates ähnlich, nur hat der Doppelstiftapparat zwei Schreib-Elektromagnete und zwei Schreibhebel, welche letztere so neben einander liegen, daß die Schreibstifte einander nahe stehen und die Zeichen auf zwei verschiedenen Linien im Papierstreifen hervorbringen. (Vgl. Fr. 112.)

171. Welche Einrichtung haben die Schreibtelegraphen von Hipp, Vavin und Fribourg, Barnes, Bonelli?

Der Schreibstift des Hipp'schen Buchstaben-Schreibtelegraphen (vom Jahre 1851) macht, durch ein Uhrwerk getrieben, über dem Papier fortwährend den Zug Fig. 106, in welchem alle zur Bildung des lateinischen Alphabetes nothwendigen Theile enthalten sind; durch Vermittelung des in entsprechenden Zwischenräumen hergestellten und unterbrochenen galvanischen Stroms schreibt der Stift stets nur die Theile des Zuges auf dem Papier nieder, welche den bezüglichen Buchstaben liefern. Der übrige Theil wird in der Luft beschrieben. Nur zwei Buchstaben (x und y) fehlen in dem Zuge; ferner ist nur ein langes *ſ* vorhanden, während das kurze *s* fehlt. Das *r* gleicht einem flüchtig geschriebenen *ı* und das *m* hat seinen letzten Strich statt hinten vorn am Anfange des Buchstabens. Das Alphabet ist jedoch deutlich genug, um Irrungen zu verhüten.

Fig. 106.

Der Zeichengeber besteht aus drei Reihen von je acht Tasten; beim Niederdrücken einer Taste zeichnet der Schreibstift aus obigem Schriftzuge heraus den zugehörigen Buchstaben aufs Papier. Die Führung des Schreibstiftes, während er den obigen Zug beschreibt, besorgen zwei excentrische, verschieden geformte Scheiben; auf das Papier niedergelassen wird der Stift nur dann, wenn er einen Theil des Schriftzuges zeichnen soll. Beim Niederdrücken einer Taste legt sich ein Hebel auf eine Walze, welche an verschiedenen Stellen ihrer Oberfläche verschieden gestaltete

Erhabenheiten trägt; so lange der Hebel auf einer solchen Erhöhung liegt, ist der Strom geschlossen. Während einer Umdrehung der Walze vollendet der Stift einmal seinen Zug; dann rückt das Papier ein Stück unter der Schreibspitze fort. Von der Lage und Form der Erhabenheiten hängt es daher ab, welche Theile des Zuges der Stift schreibt.

Dieser Apparat, welcher 130 Buchstaben in einer Minute niederschreiben kann, erfordert eine außerordentliche Genauigkeit in der Ausführung und im Gange der einzelnen Theile. Hipp entwarf auch einen elektrochemischen Buchstabentelegraphen, dessen metallener Stift, durch ein Uhrwerk bewegt, über einer Metallplatte beständig den Zug Fig. 107 beschrieb. Auf beiden Stationen machten die Stifte gleichzeitig denselben Zug und nach jedem Zuge wurde das Papier verrückt; so oft der Stift der telegraphirenden Station über einen Schriftzug des Originals wegging, wurde ein Strom nach der Empfangsstation gesandt und ließ dort denselben Zugtheil auf dem chemisch präparirten Papier entstehen.

Fig. 107.

In ähnlicher Weise verfuhren Bavin und Fribourg: sie stellten Typen mit den in Fig. 108 gezeichneten elf Zügen her, und setzten das Telegramm aus diesen Typen in einem Rahmen dadurch zusammen, daß sie diejenigen Züge mit einem Isolirmittel überzogen, welche zur Wiedergabe des Buchstaben erforderlich waren. Von jedem Zuge jeder Type führte ein isolirter Draht nach einem Metallcontact am Umfange einer Trommel. Auf der Empfangsstation war eine ähnliche Trommel, von der isolirte Drähte nach einem ähnlichen, mit chemisch präparirtem Papier belegten Rahmen führten; über die Umfänge beider Trommeln bewegten sich in ganz gleichem Schritte je ein Zeiger, welche durch die Telegraphenleitung mit einander verbunden waren. Die Batterie war so eingeschaltet, daß sie geschlossen oder unterbrochen war, jenachdem auf der telegraphirenden Station der Zeiger auf einen Contact lag, dessen Draht nach einem isolirten



Fig. 108.

oder nicht isolirten Zuge führte und somit wurden die ersteren auf dem chemischen Papier telegraphisch wieder erzeugt.

Nahe stehen diesem Buchstabentelegraphen die Telegraphen von Barnes und von Bonelli, durch welche (und zwar bei ersterem auf elektromagnetischem, bei letzterem auf elektrochemischem Wege) erhabene römische Metalltypen telegraphisch copirt werden sollten, indem fünf mit den dabei benutzten fünf Leitungsdrähten verbundene Metallstifte über die Typen hinweggeführt wurden.

Vierzehntes Kapitel.

Die Copirtelegraphen.

172. Welche Aufgabe haben die Copirtelegraphen?

Mittels der Copirtelegraphen sollen Zeichnungen, Karten und Pläne, Copien von Handschriften, Stenographien, Musiknoten u. dergl. telegraphisch befördert werden. Die Aufgabe, einen Apparat herzustellen, welcher an einem entfernten Orte eine getreue Nachbildung irgend eines Schriftstückes oder einer Zeichnung telegraphisch entstehen läßt, harrt indeß noch einer befriedigenden Lösung.

173. Wer hat die Copirtelegraphen erfunden und verbessert?

Den ersten eigentlichen Copirtelegraphen stellte der Engländer Frederik Collier Bakewell in Hampstead Anfang 1848 her. Ihm folgten Bain (1850), Matthias Hipp in Reutlingen (1851), Du Moncel in Paris, Abbé Caselli in Florenz (1856), E. Lenoir in Paris und Andere.

174. Welches ist der Grundgedanke der Copirtelegraphen?

Schreibt man auf einem die Elektricität leitenden Stoffe, z. B. auf einem Stanniolblatte, mit einem nicht leitenden Schreibmaterial, z. B. mit Harzfirniß, einen Zug, verbindet das Stanniolblatt mit dem einen Pole einer Batterie und

fährt dann mit einem vom anderen Batteriepole ausgehenden Drahte über die beschriebene Oberfläche hin und her, so wird die Batterie in der nämlichen Weise abwechselnd geschlossen und geöffnet, wie der fortschreitende Draht abwechselnd auf das bloße Stanniol oder auf den Harzschriftzug kommt. Schaltet man nun in den Stromkreis eine Telegraphenleitung mit einem Empfangsapparate ein, in welchem ein Schreibstift genau gleichzeitig und durchaus auf dem nämlichen Wege über ein Papier hin und her geführt wird, wie jener Drahtstift über das Stanniol, und sorgt man dafür, daß der Schreibstift stets ein Zeichen auf das Papier macht, so oft und so lange die Batterie entweder geschlossen oder offen ist, so muß auf dem Papier eine getreue Nachbildung des Schriftzuges auf dem Stanniol entstehen. Allerdings wird die Nachbildung nicht ein zusammenhängender Zug sein, sondern aus neben einander liegenden Pünktchen oder Strichelchen bestehen und deßhalb dem Originalzug um so ähnlicher sein, je mehr Punkte dieses Zugs der Drahtstift getroffen hat, in je enger liegenden geraden oder gewundenen Linien er über das Stanniolblatt hinweggeführt wurde. Die Nachbildung besteht entweder aus farbigen Strichelchen auf weißem Grunde, oder sie ist weiß in einem farbig schraffirten Grunde ausgespart, wie es z. B. Fig. 109 als Nachbildung des in Fig. 110 abgebildeten Originalzugs zeigt. Im ersteren Falle muß der Schreibstift farbig schreiben, so lange der Drahtstift auf einer nicht-leitenden Stelle des Originals liegt, im letzteren Falle, so lange der Drahtstift auf dem bloßen Stanniol liegt.



Fig. 109.



Fig. 110.

Die telegraphische Schrift wird meist auf elektrochemischem Wege (Bakewell, Caselli), besser auf elektromagnetischem Wege (Hipp, Lenoir), etwa ähnlich wie bei den Schwarzschreibern erzeugt, weil dann die schon in Fr. 111 erwähnten Uebelstände der chemischen Telegraphen vermieden werden.

175. Welche Einrichtung hatte Bakewell's Copirtelegraph?

Bakewell versetzte durch ein Triebwerk zwei gleichgroße Metallcylinder mit genau gleicher Geschwindigkeit in Drehung; einer derselben diente zum Geben, der andere zum Empfangen der Nachrichten; auf jedem lag ein auf eine fein geschnittene Schraubenspindel aufgesteckter Metallstift, welcher während der Drehung des Cylinders an der sich mit umdrehenden Spindel langsam fortrückte und daher auf dem Mantel des Cylinders eine dichte Spirallinie beschrieb. Auf der gebenden Station wird das mit Harzfirniß geschriebene Original-Telegramm auf den Cylinder gelegt, auf der empfangenden das chemisch-präparirte Papier.

Charles Cros in Paris läßt den Stift um den langsam seitwärts bewegten Cylinder umlaufen und erhält den übereinstimmenden Gang der Stifte beider Stationen dadurch, daß er sie bei jedem Umlauf durch Elektromagnete 6mal anhält und gleichzeitig wieder losläßt.

176. Wie ist der Pantelegraph von Caselli eingerichtet?

Der Pantelegraph von Giovanni Caselli war 1865 auf der Paris-Lyoner Eisenbahn dem Publicum überlassen; das Blatt von dem Papiere, worauf die Telegramme zu schreiben waren, kostete 10 Cents; die Beförderungsgebühr eines Pantelegramms betrug 20 Cents für 1 □Centimeter (etwa 6—7 Cents für ein Wort). Der Pantelegraph ist mit einem besonderen Läutewerk ausgerüstet. Das Papier liegt auf einem der kreisbogenförmig gekrümmten Blech-Pulte m n r (Fig. 111), welche fest auf der Platte a ruhen. Ueber jedem Pulte geht ein Schreibstift im Zickzack hin und her, welcher von einer Stange t u an dem Rahmen c d getragen wird; der Rahmen c d aber sitzt am Ende eines Doppelhebels e s, welcher seine Drehachse in der Platte a hat und durch eine Zugstange e f mit einem 2 Meter langen und 16 Pfund schweren Pendel (dem Regulator) in Verbindung steht, so daß er dessen Schwingungen mitmachen muß. Der Schreibstift ruht auf einem kleinen Schlitten h oder k, welcher an einer die Schrauben-

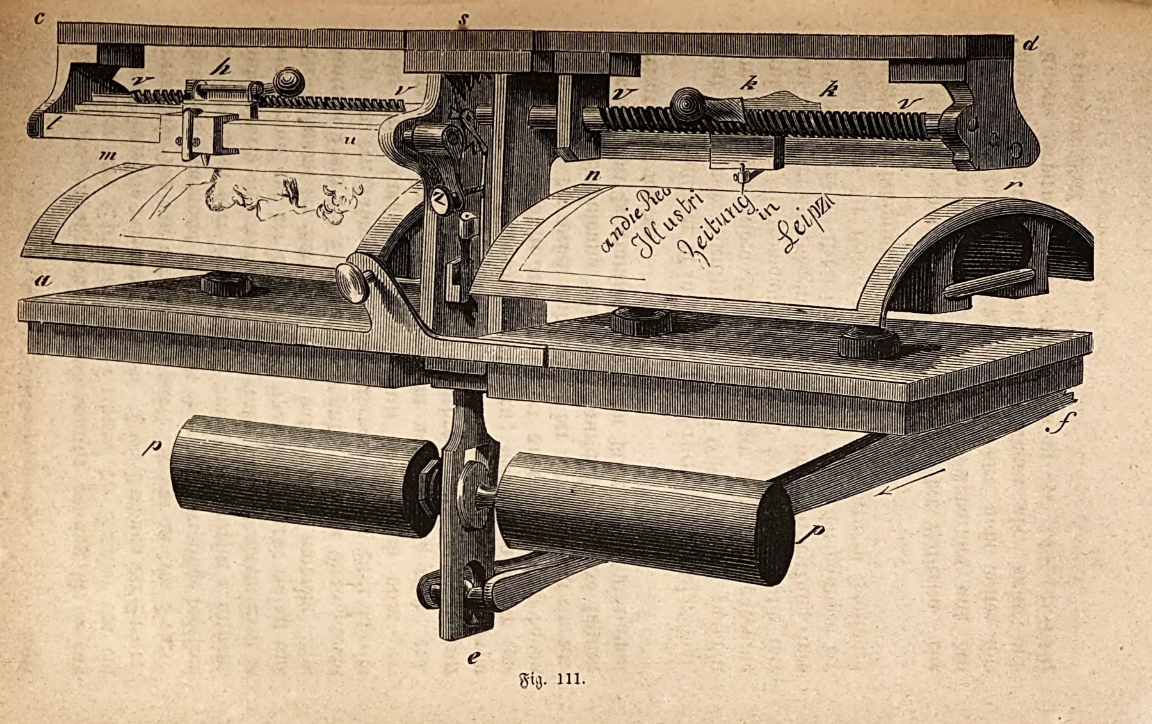

c
s
d
h
v
v
v
k
k
v
l
u
m
n
r
andie Red
Illustri
Zeitung
in
Leipzi
a
f
p
p
e

Fig. 111.

spindel vv umfassenden Schraubenmutter befestigt ist, so daß Schlitten und Stift bei jeder Drehung der Spindel um ein Stück seitwärts verschoben werden. Diese Drehung der Spindel veranlaßt, daß eine Echappementgabel, welche an dem Doppelhebel es angebracht ist, bei jedem Hin- und Hergange desselben an den einen oder den anderen von zwei Knöpfen z anstößt, sich dadurch abwechselnd von der einen und der anderen Seite in ein kleines auf der Spindelachse sitzendes Steigrad einlegt und dieses sammt der Achse um einen halben Zahn umdreht. Am unteren Theile des Doppelhebels befindet sich das Gegengewicht pp für den Rahmen cd nebst Zubehör. Jeder Stift schreibt nur beim Hingang über das Pult, nicht auch beim Hergang, weil sonst die Schrift leicht unregelmäßig wird; deshalb hat Caselli zwei Pulte angebracht und läßt den Stift auf dem einen beim Hingang, den Stift auf dem anderen beim Rückgang des Doppelhebels arbeiten; während also der eine Stift auf dem Pulte aufliegt, ist der andere ein wenig davon abgehoben; das Heben und Senken der Stifte besorgt ein Anschlag in Verbindung mit einer Kautschukfeder. Es können demnach zwei Telegramme, auf jedem Pulte eins, auf einmal telegraphirt werden.

Der Regulator ist in einem gußeisernen Gestell aufgehängt, und die schwere Eisenlinse an seinem Ende schwingt zwischen zwei, an den beiden Enden des kurzen Schwingungsbogens aufgestellten Elektromagneten hin und her, welche durch ihre auf die Eisenlinse ausgeübte Anziehung unter Mitwirkung eines Chronometers die Uebereinstimmung in den Schwingungen der Regulatoren der beiden mit einander verkehrenden Stationen zu erhalten bestimmt sind.

Auf die eigenthümliche Einschaltung der Batterien, das ziemlich verwickelte Spiel des ganzen Apparates und den Stromlauf beim Telegraphiren kann hier nicht weiter eingegangen werden. Weitere Mittheilungen über diesen und andere Copirtelegraphen enthält das in Nr. 141 (S. 149) erwähnte Werk.

177. Welche Eigenthümlichkeit hat Lenoir's Copirtelegraph?

Lenoir legt auf der Empfangsstation auf den umlaufenden, mit einer dünnen Schicht Farbe (Indigotinte) überzogenen Cylinder das Papier; über dem Cylinder liegt ein Elektromagnet, dessen Anker beim Unterbrechen des Stroms abfällt und einen Stift sanft gegen das Papier drückt, so daß ein farbiges Zeichen auf dem Papier entsteht. Am Ende des Telegraphirens legt man dieses Papier mit der farbigen Seite auf ein reines Papier, um eine dem Original gleichende Copie zu nehmen.

Behufs der Erhaltung des übereinstimmenden Ganges ist auf der Empfangsstation ein schnell umlaufendes Schließungsrad aufgestellt, welches den Strom einer Batterie dieser Station in regelmäßigen Pausen (bei jedem Umlauf 6mal) durch die Leitung sendet, und auf der telegraphirenden Station spricht ein Relais an, sobald sich dieser Strom mit dem Telegraphirstrom summirt, und schließt eine Localbatterie, deren Strom mittels eines Elektromagnetes dessen sechsstrahligen Anker aufhält oder beschleunigt. Von der Achse des Schließungsrades oder des Ankers aus überträgt sich aber die Bewegung auf die beiden Cylinder, so daß diese in ihrem Gange übereinstimmen, wenn jene übereinstimmen.

178. Wodurch zeichnet sich Meyer's Copirtelegraph aus?

Bernhard Meyer, aus Uffholtz im Elsaß, suchte seit 1859 in Paris den Morse-Apparat durch einen Copirtelegraph zu ersetzen. Seit 1861 verwendete er im Empfangsapparate ein Messer, welches (ähnlich wie bei einer Cylinder-Schermaschine) in Form eines Schraubenganges um einen Cylinder gelegt ist und die telegraphirten Schriftzüge auf einer ebenen Papierfläche entstehen läßt. Gerade dieser Theil zeichnet den Meyer'schen Copirtelegraph vor anderen Copirtelegraphen aus, und dieser Theil bedingt auch die sonstigen Eigenthümlichkeiten des Meyer'schen Apparates. Erst 1869 aber fand Meyer eine neue Form des Elektromagnets, mit welchem er auf den längsten Linien

bis zu 100 Stromsendungen in einer Secunde sicher aufzunehmen und deutlich wiederzugeben im Stande war, während der Morse-Apparat in derselben Zeit nur etwa 20 aufnimmt. 1869 verdrängte Meyer's Telegraph den Caselli'schen, welcher vom Publicum nicht mehr benutzt wurde; ersterer befördert 30 bis 40 Telegramme in einer Stunde. Die gleichgehenden Uhrwerke werden durch conische Pendel regulirt. Das Original wird ganz ähnlich wie in Fr. 175 vorbereitet und telegraphirt. Die Copie wird auf einem 1 Decimeter breiten Streifen gewöhnlichen Papiers erzeugt, welcher sich von einer Rolle ohne Unterbrechung über die eben so breite Schneide eines Hebels bewegt; letzterer wird durch die Stromwirkungen in hin- und hergehende Schwingungen versetzt und nimmt dabei das sich mit einer gewissen Kraft an die Schneide anlegende Papier mit hin und her. Ueber diesem Hebel dreht sich (vom Uhrwerk getrieben) der schon erwähnte Cylinder mit dem schraubenförmig gewundenen Messer. Das Messer bildet genau einen einzigen Schraubengang von einem Decimeter Ganghöhe und reicht demnach über die ganze Breite des Papierstreifens. Das Messer wird von einer mit Druckfarbe getränkten Walze ununterbrochen frisch mit Farbe versehen und überträgt diese Farbe, so oft der Hebel das Papier an das Messer herandrückt, auf den Papierstreifen in Form eines Striches, dessen Länge der Dauer der Stromunterbrechung entspricht. Der Elektromagnet, welcher die Schwingungen des Hebels veranlaßt, hat aber eine eigenthümliche Einrichtung. Auf dem einen Hebelarme sitzt nämlich ein kleiner stabförmiger Elektromagnet, von nur geringem Widerstand; die Pole dieses Elektromagnetes liegen den gleichnamigen Polen eines unbeweglichen Stahlmagnets gegenüber. Der Eisenkern des Elektromagnets bildet also den Anker des Stahlmagnets. So lange nun die Platinspitze auf dem bloßen Metallpapier des Original-Telegramms liegt, so lange daher der Strom die Linie durchläuft und den Kern des Elektromagnets magnetisirt, wird dieser von den ihm gegenüberstehenden gleichnamigen Polen des Stahlmagnets abgestoßen; wenn dagegen die Platinspitze auf einen (isolirenden) Schriftzug gelangt, der Strom

14*

also unterbrochen und der Elektromagnetkern entmagnetisirt wird, so wird letzterer, wie ein gewöhnlicher Anker, von dem Stahlmagnet angezogen, der Hebel bewegt sich und drückt mit seiner Schneide den Papierstreifen an das schraubenförmige Messer heran und veranlaßt das Aufdrucken eines kleinen Strichs auf das Papier, bis der Strom wieder hergestellt wird. In einer Secunde kann man 100 Strichelchen aufdrucken, wozu 200 Hebelbewegungen nöthig sind.

Fünfzehntes Kapitel.

Die elektrischen Klingeln, Haustelegraphen, Läutewerke, Wecker.

179. Welche Zeichengeber wählt man für elektrische Klingeln?

Die elektrischen Klingeln für häusliche Zwecke haben zunächst einen sehr einfachen Zeichengeber, die Läutetaste oder Weckertaste, Fig. 112. Diese enthält in einem äußerlich in sehr wechselnder Gestalt auftretenden Gehäuse von Holz oder Porzellan einen Knopf oder Drücker k, welcher für gewöhnlich durch eine Feder f in einer gewissen Stellung erhalten wird, beim Druck mit dem Finger aber sich so weit bewegt, daß ein an ihm befindliches, mit dem einen Ende d des Schließungskreises einer elektrischen Batterie verbundenes Metallstück c sich auf ein zweites, das andere Ende jenes Schließungskreises bildendes Metallstück b (den Ambos) auflegt, und so die Batterie über d f c b a schließt, worauf deren Strom ein in den Stromkreis eingeschaltetes Läutewerk ertönen läßt.

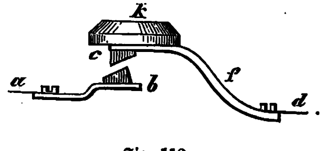


Fig. 112.

Soll dabei der die Taste Niederdrückende zugleich darüber vergewissert werden, ob das durch den Strom zu gebende Signal wirklich entstanden und wahrgenommen worden ist, so wendet

man eine Taste mit Rücksignal an; man bringt nämlich etwa im Tastengehäuse eine kleine Magnetnadel nn, Fig. 113, (oder einen Eisenanker) an, läßt dieselbe durch einen vom Strom umkreisten Elektromagnet E während der Dauer des Stroms ablenken und sorgt zugleich dafür, daß die abgelenkte Nadel für den Strom im Tastengehäuse einen neuen Weg herstellt, indem die Nadel nn selbst oder ein auf

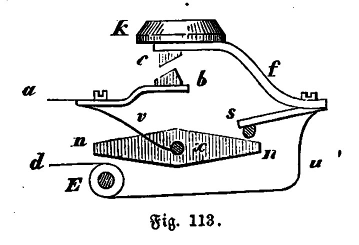


Fig. 113.

ihrer durch den Draht v mit dem Metallstück b verbundenen Achse x sitzender metallener Arm sich gegen den mit f verbundenen federnden Contact s anlegt. Während der Strom ursprünglich von d durch die Windungen des Elektromagnetes E über u, f, c und b nach a gelangte, geht er nach der Nadelablenkung von d durch E über u, s, n, x und v nach a, und demnach wird der Strom nun selbst dann nicht unterbrochen, wenn man den Finger von der Taste wegzieht. Die Klingel auf der Empfangsstation läutet dann so lange, bis der Empfänger daselbst den Strom unterbricht, worauf die Nadel nn im Gehäuse in ihre Ruhelage zurückkehrt und jetzt ein kleines Schildchen mit der Aufschrift „hier" durch einen Ausschnitt des Gehäuses sichtbar werden läßt.

Für Signalapparate mit Rückantwort empfiehlt Glösener die Anwendung einer einzigen Batterie, aber dreier Leitungsdrähte. Der Taster erhält dabei die aus Fig. 114 ersichtliche Einrichtung. An die mit dem negativen Batteriepole verbundene kupferne Platte c des hölzernen Ständers d legen sich die 5—6 Centim. langen Metallfedern r und s; der mit dem positiven Pole verbundene, um

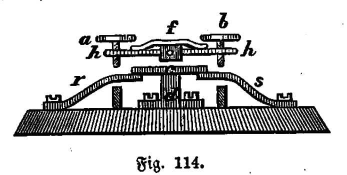


Fig. 114.

eine horizontale Achse drehbare Hebel h h aus vergoldetem Messing ist 3 Centim. lang und 1 Centim. breit und dick; durch eine Feder f wird er für gewöhnlich in seiner horizontalen Lage erhalten, so daß keine der beiden Stellschrauben a und b, welche unten mit Platin belegt, oben mit einem Elfenbeinknopf versehen sind, die Federn r und s berührt. Beide Stationen haben solche Doppeltaster, eine Glocke und einen Signalapparat, aber nur die erste Station besitzt eine Batterie. Während die Federn s beider Stationen einfach durch einen Draht verbunden sind, werden in den die beiden Federn r verbindenden Draht die Signalapparate beider Stationen und die Glocke der zweiten Station eingeschaltet; ein dritter Draht endlich läuft vom positiven Pole nach der Glocke der ersten Station und dann nach dem Hebel h h der zweiten Station. Drückt die erste Station ihren Hebel h h mit dem Knopf a oder b auf die Feder r oder s nieder, so sendet sie im ersten Falle einen positiven, im zweiten Falle einen negativen Strom durch die beiden Signalapparate und die Glocke der zweiten Station. Die zweite Station sendet dagegen beim Niederdrücken von a einen negativen Strom durch die eben erwähnten drei Apparate, beim Niederdrücken von b aber einen (positiven) Strom durch die Glocke der Batteriestation. Die Elektromagnete der Signalapparate sind so eingeschaltet, daß derselbe Strom das Signal nach derselben Seite hin ablenkt. — Es drängt sich übrigens hierbei der Gedanke auf, die positiven Ströme blos zum Wecken, die negativen zum Correspondiren zu benutzen und zwar unter gleichzeitiger Vertauschung der Einschaltung von r und s auf der zweiten Station. Sind dagegen blos Ströme von einerlei Richtung zum Signalisiren zu verwenden, so reichen schon zwei gewöhnliche Läutetasten und eine Batterie aus, um zwischen zwei Stationen Zeichen hin und her zu befördern; dabei werden etwa die beiden Ambose und die beiden Drücker der Tasten, desgleichen die beiden Signalapparate durch je einen Draht verbunden, die beiden Batteriepole aber mit dem Ambos und dem Signalapparat der Batteriestation, der andere Signalapparat endlich mit dem zu ihm gehörigen Drücker.

180. Welche Einrichtung zeigen die elektrischen Klingeln?

Das einfachste Läutewerk ist eine Glocke mit einfachem Schlag, deren Hammer oder Klöppel unmittelbar auf dem verlängerten Anker des Elektromagnets im Empfangsapparate befestigt ist und bei jeder Anziehung des Ankers einen Schlag gegen die Glocke führt. Froment erzielte einen sehr lauten Schlag, indem er den Hammer an dem langen Arme eines Winkelhebels anbrachte, auf dessen kurzen Arm der lange Arm des Elektromagnetankerhebels wirkte. Aehnlich ist es bei Hardy's Signalglocke mit Selbstunterbrechung. Auf einer solchen Glocke lassen sich leicht durch Gruppirung der einzelnen Schläge nach ihrer schnellern oder langsamern Folge oder nach ihrer längern oder kürzern Dauer (heller oder gedämpfter Ton) verschiedene Mittheilungen machen.

Häufiger wendet man Lärmglocken mit Stromunterbrechung an, bei denen man (vgl. Fr. 129) den Elektromagnetanker oder den Klöppel in den Stromkreis einschaltet und bei seiner Bewegung nach der Glocke hin den Stromkreis unterbrechen, bei seiner Rückkehr in die Ruhelage aber wiederherstellen läßt. Sehr einfach wählte der belgische Mechaniker Lippens eine Stahlfeder, welche sich in der Ruhelage des Ankerhebels mit schwacher Durchbiegung an diesen anlehnt, bei der Anziehung des Ankers sich erst streckt und so den Stromkreis noch eine kurze Zeit geschlossen hält, bevor sie den Ankerhebel verläßt und den Strom unterbricht. Bei solchen Glocken braucht man blos die Taste so lange niederzudrücken, als man läuten will. Mehrere Klingeln mit Selbstunterbrechung lassen sich nicht gut hinter einander in denselben Stromkreis einschalten, da hierbei eine Klingel die andere stören würde. Noch mehr Lärm schlagen die Doppelklingeln mit Stromunterbrechung; dieselben haben zwei Elektromagnete E_1 und E_2 (Fig. 115), zwischen denen der Anker a, auf dessen Hebel hh zwischen zwei Glocken der Klöppel k sitzt, hin- und herschwingt und bei jeder Schwingung den Strom in dem ihn eben anziehenden Elektromagnet unterbricht, ihn aber bald nachher in dem anderen Elektromagnet herstellt. Da der Hebel hh in

Fig. 115 mit der Feder c_1 an der Stellschraube s_1 im Ständer d_1 liegt, so kann ein bei b eintretender Strom durch das Gehäuse g und die Aufhängefeder des Hebels h h über a, c_1, d_1, m_1, durch E_1 und in n_1 nach p und von da zur Batterie zurück gelangen, der Anker a wird von E_1 angezogen und bewegt sich trotz der dabei eintretenden Unterbrechung des Stromes so weit, bis die Feder c_2 an die Stellschraube s_2 trifft und den Stromkreis wieder schließt, aber durch E_2 über b, h, a, c_2, d_2, m_2, E_2, n_2 und p, so daß der Anker a bald wieder an E_2 herangezogen wird. Sehr zweckmäßig ist es, bei solchen Glocken die Elektromagnete nicht durch eine wirkliche Stromunterbrechung zu entmagnetisiren, sondern dadurch, daß man (wie es Dr. Schellen in Cöln that) durch den in Folge der elektromagnetischen Anziehung sich bewegenden Anker eine Nebenschließung herstellt, d. h. eine kurze metallische Verbindung zweier Punkte des Stromkreises vor und hinter dem Elektromagnet; dann geht nämlich der allergrößte Theil des Stroms nicht durch die Elektromagnetrollen, sondern durch die Nebenschließung. So wird in Fig. 116 der vom Elektromagnet E angezogene Anker a die Feder r an den Contact u legen und nun der Anker a wieder abfallen, weil der Hauptstrom von b über x, i, r und u nach p geht und nur ein schwacher Zweigstrom noch den Weg b, z, E, v, p nimmt.

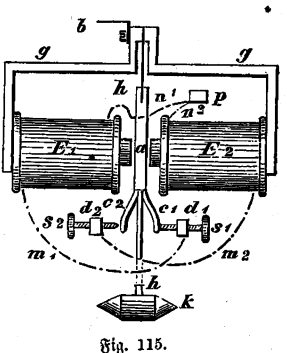


Fig. 115.

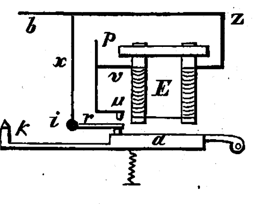


Fig. 116.

Anstatt bei einem Läutewerk ein Relais anzuwenden, kann man (wie Aubine, 1859) auf einen Vorsprung am Anker des

Läutewerks-Elektromagnetes einen Hebel auflegen, auf welchen der Linienstrom von einer Contactfeder übertritt, bevor er den Elektromagnet durchläuft; wenn dann der angezogene Anker nur eine ganz kleine Bewegung macht (wobei er den Linienstrom selbst unterbricht), so schnappt der Anker von dem Vorsprung ab, legt sich auf eine zweite Contactfeder auf und schließt so eine Localbatterie, deren Strom nun durch den nämlichen Elektromagnet des Läutewerks geht und dessen Anker kräftig bewegt. Eine ähnliche Einrichtung hat das auf französischen Linien häufig angewandte Relais-Läutewerk. Um eine bestimmte Anzahl kräftiger Schläge auf eine Glocke zu geben, brachte Bréguet am Elektromagnetanker seines Läutewerkes mit Repetition eine Sperrklinke an, welche, weil beim Anziehen des Ankers der Linienstrom sich selbst unterbrach, beim Rückgange des Ankers ein Sperrrad um einen Zahn verschob, dabei einen Hebel von einem Vorsprunge an einer Speiche des Sperrrades abschnappen und die Localbatterie schließen ließ, worauf diese nun unter Selbstunterbrechung mittels der Sperrklinke das Sperrrad schrittweise einmal umdrehte, so daß zwei (oder mehrere) auf der Sperrradachse sitzende Daumen nach einander auf den Klöppelhebel wirkten und eben so viele Schläge gegen die Glocke veranlaßten, bis jener Vorsprung seinen Hebel wieder erfaßte und die Localbatterie dauernd unterbrach.

181. Wie sind die Signalwerke für häusliche Zwecke eingerichtet?

Bei den Signalwerken für häusliche Zwecke, z. B. für größere Gasthöfe, bekommen mehrere Signalleitungen eine gemeinschaftliche elektrische Klingel, und es muß dann neben der Klingel eine Vorrichtung (Tableau) angebracht werden, welche beim Läuten erkennen läßt, in welcher Leitung die Taste gedrückt wurde, in welches Zimmer sich also z. B. der gerufene Kellner zu begeben hat. Im Jahre 1855 erhielt Mirand in Paris die Medaille für seine Haus- und Hoteltelegraphen auf der Allgemeinen Industrie-Ausstellung. Schon zehn Jahre

früher hatte Froment in Paris ähnliche Einrichtungen ausgeführt.

Bei dem Hotel-Nadeltelegraphen befindet sich im Tableau in jeder Signalleitung ein Elektromagnet und vor den Polen desselben ein lothrecht hängender, nach oben in einen Zeiger verlängerter, permanenter Magnet, welcher durch den Strom vom Elektromagnet angezogen wird und selbst nach dem Aufhören des Stroms an dessen Polen haften bleibt, bis der Kellner das Zeichen bemerkt hat und den Magnet in seine Ruhelage zurückführt.

Zuverlässiger sind die Tableauzeiger mit Fallscheibe, bei denen die Fallscheibe auf irgend eine Weise an dem Elektromagnetanker in dessen Ruhelage festgehakt und nicht sichtbar ist; wird aber der Anker angezogen, so läßt er bei seiner Bewegung die Fallscheibe los, und diese fällt oder steigt nun entweder durch ihr Gewicht oder durch die Wirkung einer Feder herab oder in die Höhe, in lothrechter Richtung oder sich um eine Achse drehend, stets aber so, daß sie jetzt auf die eine oder andere Weise dem Kellner sichtbar wird und ihm die Nummer des Zimmers kundgiebt, in welchem die Taste niedergedrückt wurde, in dessen Signalleitung also der Strom kreiste und der Elektromagnet seinen Anker anzog. Auch hier braucht man für jedes Zimmer eine besondere Leitung nach dem Tableau, eine Taste und einen Elektromagnet mit Fallscheibe; für alle Zimmer eine gemeinschaftliche Klingel, Batterie und Rückleitung. Die Einschaltung einer Anzahl, in zwei verschiedenen Stockwerken vertheilt gedachter Tasten T nebst der Batterie B, dem Tableau A und der Glocke G, deren Elektromagnet E in dem Kästchen K eingeschlossen ist, zeigt Fig. 117, S. 220. Der von dem einen Batteriepole auslaufende Draht gabelt sich bei x über y nach z zu den Knöpfen der Tasten 1 bis 5 und nach n zu den Knöpfen der Tasten 6 bis 9. Die von den Ambosen b (vgl. Fr. 112) der Tasten T nach den Klemmen 1 bis 9 am Tableaukästchen laufenden und von da nach dem einen Ende der Umwindungen der Elektromagnete der einzelnen Fallscheiben gehenden Drähte sind vom andern Ende dieser Umwin-

dungen sämmtlich nach der Klemme p geführt. Die Umwindungen des Glocken-Elektromagnets E enden in den Klemmen q und r, von denen die erstere mit p, die letztere durch den Draht v mit dem zweiten Batteriepole leitend verbunden ist.

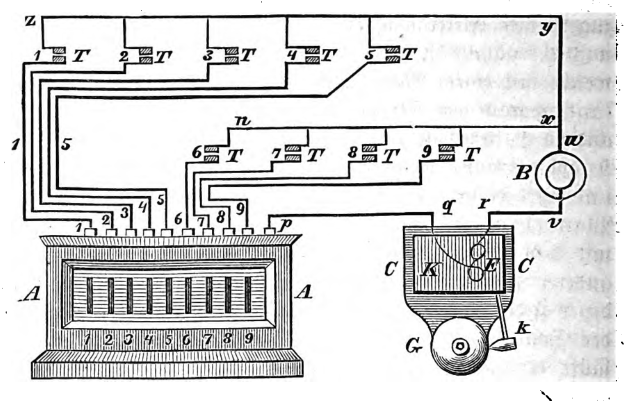


Fig. 117.

Auch bei den Hoteltelegraphen läßt sich die Taste mit Rücksignal anwenden, man richtet dieselbe aber zweckmäßig so ein, daß der beim Niederdrücken der Taste in die Leitung gesendete Strom die Nadel im Gehäuse abstößt und das Zeichen „hier“ nicht sichtbar werden läßt; wenn aber dieser Strom wirklich das Sichtbarwerden der Fallscheibe im Tableau veranlaßt, so unterbricht die Fallscheibe bei ihrer Bewegung den Kreis dieses Stroms und schließt kurz darauf den Kreis eines stärkeren Stroms, welcher auch die Klingel (ohne Stromunterbrechung) in Thätigkeit setzt und den Elektromagnet in der Taste in entgegengesetzter Richtung umströmt, als der vorhergehende schwächere Strom, so daß dieser Elektromagnet nun die Nadel im Gehäuse anzieht, dadurch das Zeichen „hier“ erscheinen läßt und so dem Telegraphirenden Gewißheit verschafft, daß die Fallscheibe sichtbar geworden ist. Bringt darauf der Kellner die Fallscheibe

in ihre Ruhelage; so hört auch der stärkere Strom auf und das Zeichen „hier" verschwindet wieder.

Mirand schaltete die zusammengehörigen Apparate so ein, daß beim Niederdrücken irgend einer Taste der Strom der Batterie vom positiven Pole durch die Taste nach den Spulen des zugehörigen Elektromagnetes und dann durch einen Draht stets nach der nämlichen Feder F eines Commutators geführt wird, welche mit einem Metallstück S an einem Winkelhaken H anliegt, worauf der Strom von H durch die Klingel nach dem andern Batteriepole geht. Drückt aber der Empfänger einen Knopf des Commutators, so tritt S außer Verbindung mit H und wird dafür an eine mit dem negativen Pole verbundene Platte P gelegt, während gleichzeitig durch einen Hebel eine mit dem negativen Pole verbundene Feder f mit einer Reihe anderer Federn in Berührung gebracht wird; da von jeder dieser Federn ein Draht nach dem der Taste zugewendeten Ende der Spulen des zugehörigen Elektromagnetes führt, so durchläuft der Strom jetzt sämmtliche Spulen, aber in entgegengesetzter Richtung, und läßt daher alle vorher signalisirten Zimmernummern wieder verschwinden.

Durch eine ziemlich verwickelte Einschaltung (und mit Tasten mit je vier Contacten) machte Mirand es möglich, mittels eines Tableaus mit blos 10 Nummern 55 Nummern zu signalisiren, indem er zwei Nummern zugleich erscheinen ließ.

182. Welchen Zweck und welche Einrichtung haben die elektrischen Läutewerke der Eisenbahnen?

Um das Bahnaufsichtspersonal von dem Abgang der auf der Bahn verkehrenden Züge zu unterrichten, benutzt man meist optische Zeichen-Telegraphen, welche von den Bahnwärtern bedient werden. Um aber den Bahnwärtern und den Bahnarbeitern, besonders zur Nachtzeit und bei dichtem Nebel, auch hörbare Signale geben zu können, stellt man fast allgemein auf den Bahnhöfen und an den Wächterhäusern neben den optischen Telegraphen, zum Theil auch anstatt derselben, elektrische Läutewerke auf. Diese Eisenbahn-Läutewerke sind

gewöhnliche, mit Schlagwerk versehene Laufwerke oder Uhrwerke, welche durch die Wirkung eines Elektromagnets ausgerückt oder losgelassen werden, und nun eine bestimmte Anzahl Schläge auf einer oder zwei ziemlich großen Glocken ertönen lassen. Das erste Läutewerk führte der Berliner Uhrmacher Leonhard aus; nach gegebenem Signal mußte der Bahnwärter das Läutewerk erst wieder einrücken, bevor ein neues Signal gegeben werden konnte; später fügte Leonhard noch ein zweites Uhrwerk hinzu, welches das Läutewerk nach jedem Signal wieder einrückte. Das erste sich von selbst nach jedem Signal wieder einrückende Läutewerk stellte Kramer 1847 auf der Strecke Magdeburg-Buckau auf; die Ausrückung desselben erfolgte durch einen Fallhammer an einem Hebel, welcher für gewöhnlich von einem nach der einen Seite hin etwas beweglichen Schnepper an einem mit einem Balancirgewicht versehenen Hebel gefangen und ziemlich balancirt war, so daß das andere Ende des Fallhammerhebels sich nur leicht an eine Nase an einer am Ankerhebel sitzenden Gabel anlegte; diese Nase ließ in dem Momente, wo der Elektromagnet seinen Anker anzog, den Hebel des Fallhammers frei, worauf dieser sich zu bewegen anfing und dabei von dem Schnepper, dessen Hebel anfänglich dem Hammerhebel folgte, endlich abrutschte; in Folge dessen drehte sich der Schnepperhebel rückwärts, bis er auf einem Aufhaltstifte liegen blieb, der Fallhammer dagegen fiel vollends auf den Auslöshebel des Schlagwerks herab und ließ das Schlagwerk los; hatte letzteres einen Schlag auf die Glocke gethan, so wurde der Fallhammer durch das Triebwerk selbst wieder gehoben und sein Hebel fing sich wieder an dem Schnepper und der Nase oder, falls der Anker noch nicht losgelassen hatte, an einer zweiten Nase der Gabel, der Auslöshebel aber nahm nun seine ursprüngliche Lage wieder ein und hemmte das Triebwerk (Selbst-Arretirung). Aehnlich ist es bei den noch vollkommeneren Läutewerken von Siemens und Halske und von Teirich in Wien. Sehr vorzüglich arbeitet der Läute-Inductor von Siemens und Halske, welcher mit kräftigen magneto-elektrischen Inductionsströmen betrieben wird, deßhalb

kräftigere Abreißfedern an den Elektromagneten haben kann und die Läutewerke zuverlässiger schlagen läßt.

Die Glocken sind theils auf den Wächterhäusern, theils auf höheren Schränken angebracht, welche die Läutewerke und deren Laufwerke enthalten. Ihre Hämmer sitzen an dem einen Ende eines Hebels, dessen anderes Ende durch einen Zugdraht mit einem Schlaghebel verbunden ist; auf das zweite Ende des Schlaghebels wirken die an einem Rade des Laufwerks sitzenden Hebenägel, und so oft einer der letzteren dieses zweite Ende niederdrückt und wieder losläßt, wird der Hammer erst gehoben und fällt dann auf die Glocke herab. Will man mittels zweier Glocken durch Doppelschläge signalisiren, so braucht man blos die zweiten Enden der beiden Schlaghebel verschieden lang zu machen, so daß der eine etwas später als der andere von dem Hebenagel freigelassen wird.

Soll dasselbe Läutewerk bald als Einschläger verwendet werden, bald in Pulsen aus mehreren Schlägen läuten (sehr gewöhnlich sind Pulse von je fünf einfachen oder Doppel-Schlägen), so braucht es nur mit zwei verschiedenen Selbstarretirungen versehen zu werden, von denen die eine das Laufwerk arretirt, sobald ein Schlag, die andere erst, sobald die zu einem Pulse gehörige Anzahl von Schlägen ertönt ist. Wird die Arretur des Laufwerks durch einen Einfallhebel bewirkt, welcher während der Arretur in einem Einschnitte (Falle) einer Scheibe (Schlußscheibe) liegt, beim Loslassen des Laufwerks aus der Falle ausgehoben wird und dann auf dem Umfange der vom Laufwerke mit in Umdrehung versetzten Schlußscheibe aufliegt, bis er in die nächste Falle einfällt und so mittelbar oder unmittelbar das Laufwerk arretirt, so sind zur Erreichung des angegebenen Zweckes blos zwei Schlußscheiben nöthig, welche verschieden lange massive Sectoren zwischen je zwei benachbarten Fallen haben; beide Schlußscheiben werden auf dieselbe Achse aufgesteckt, welche der Länge nach verschiebbar ist, so daß der Einfallhebel bald auf der einen, bald auf der andern Schlußscheibe liegt, jenachdem das Läutewerk als Einschläger oder in Pulsen schlagen soll.

Soll die Leitung, in welche die Läutewerke eingeschaltet sind, auch zum Telegraphiren auf anderen Apparaten gebraucht werden, so kann man für letzteren Zweck entweder entgegengesetzt gerichtete oder auch schwächere Ströme benutzen, welche das Ausrücken der Läutewerke, deren Elektromagnete sie mit durchlaufen, nicht bewirken können; das Läuten erfolgt vielmehr erst, wenn ein wesentlich stärkerer Strom durch die Leitung gesendet wird. Uebrigens werden die Läutewerke sehr häufig mit Ruhestrom (vgl. Fr. 160) betrieben, weil man dann auch von jedem Wächterhause aus durch Unterbrechung des Stroms Signale geben kann.

183. Was ist ein elektromagnetischer Wecker?

Der elektromagnetische Wecker ist eine den elektrischen Klingeln (Fr. 180) und den Läutewerken (Fr. 182) ähnliche und auch in eben so mannigfacher Weise wie diese ausführbare Vorrichtung, durch welche man bei Nadel-, Zeiger-, und chemischen Telegraphen hörbare Zeichen giebt, um auf den Beginn des Telegraphirens aufmerksam zu machen. Schon Sömmering und Schilling versahen ihre Telegraphen (vgl. S. 89 und 99) mit einem Wecker mit Uhrwerk. Auch der von Cooke im März 1836 erfundene Wecker enthielt ein Uhrwerk, welches durch die Wirkung eines Elektromagnets losgelassen und durch eine Feder wieder arretirt wurde. Das Läuten durch die directe Einwirkung eines Elektromagnetes auf den Hammer einer Glocke ist nur bei leichtem Hammer und bei kurzen Leitungen mit geringem Widerstande anwendbar, weil sonst ein zu starker Strom erforderlich wird. Der Wecker von Siemens und Halske mit Selbstunterbrechung wurde schon in Fr. 129 besprochen.

Ein namentlich in England vielfach verwendeter Wecker ist durch die Vorder-, Seiten- und Hinter-Ansicht, Fig. 118 bis 120, verdeutlicht. Sein Elektromagnet c ist durch Umwickeln von feinem isolirten Kupferdraht um zwei Cylinder von sehr weichem, reinen Eisen gebildet worden, und diese Eisenkerne sind an einem Ende durch ein Querstück d aus weichem Eisen

mit einander zu einem Hufeisen-Magnet verbunden. Der vor den freien Enden dieses Magnetes stehende Anker a aus weichem Eisen wird von dem Elektromagnete kräftig angezogen, wenn der elektrische Strom durch dessen Umwickelung geht. Der Anker bewegt bei seiner Anziehung durch den Magnet einen kleinen Hebel, an dessen Ende ein Sperrzahn e (Fig. 118) an-

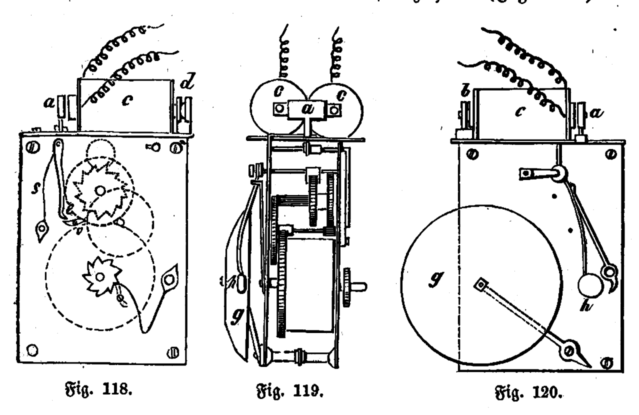


Fig. 118. Fig. 119. Fig. 120.

gebracht ist, und zwar so weit, daß dadurch dieser Sperrzahn aus dem kleinen Sperrrade v tritt. Hierdurch kommt ein durch ein Gewicht oder eine Feder getriebenes Uhrwerk in Bewegung und läßt durch den Hammer h die Glocke g schnell ertönen. Sobald jedoch der Strom in den Drahtwindungen aufhört, verlieren die Eisenkerne ihren Magnetismus, eine kleine Feder s drückt den Anker in seine vorige Stellung zurück und legt den Sperrzahn e wieder in das Sperrrad v ein, wodurch das Schlagwerk angehalten wird.

Der Wecker kann auf zweierlei Weise in die Telegraphenleitung eingeschaltet werden. Man könnte für den Wecker eine besondere Leitung anwenden (wie es für die Eisenbahnläutewerke gewöhnlich geschieht), in welche also die eigentlichen Telegraphenapparate nicht mit eingeschaltet werden. Vorzüglicher und ökonomischer aber schaltet man die Wecker-Elektromagnete

mit in die Telegraphenleitung ein, welche nach den Telegraphenapparaten führt. Im letztern Falle ist ein besonderer Ausschalter (vgl. 20. Kap.) nöthig; bei der einen Stellung desselben geht der elektrische Strom gleichzeitig durch den Wecker und die anderen Telegraphenapparate, ehe er zur Erde gelangt; bei einer anderen Stellung desselben ist der Wecker ausgeschaltet und der Strom geht direct vom Apparat zur Erde. Der Telegraphist wird dann während des Telegraphirens den Wecker aus dem Stromkreise ausschalten, um beim Telegraphiren nicht durch das beständige Anschlagen an die Glocke gestört zu werden.

184. Wie war Wheatstone's Läutewerk mit Uebertrager beschaffen?

Wie schon in Fr. 183 erwähnt wurde, ist es bei längeren Leitungen nicht zweckmäßig, den Hammer einer Glocke unmittelbar durch den Elektromagnet bewegen zu lassen, weil hierzu ein zu starker Strom erforderlich ist. Während man dieser Schwierigkeit einerseits durch die Anwendung von Uhrwerken begegnete, die durch den elektrischen Strom nur ausgelöst oder gehemmt wurden (vgl. Fr. 182), kam Wheatstone 1837 auf die sinnreiche Idee, einen Uebertrager oder Relais (vgl. Fr. 165) anzuwenden, d. h. durch den schwachen, von der entfernten Station kommenden Linien-Strom eine Localbatterie am Orte des Weckers zu schließen und erst den kräftigen Strom dieser letzteren mittels eines besonderen Elektromagnets auf den Hammer wirken zu lassen. Diese Einrichtung Wheatstone's ist in Fig. 121 dargestellt. Den Uebertrager bildet der Multiplicator M, dessen Magnetnadel um die horizontale Achse c c leicht drehbar ist. Rechtwinklig zu dieser Achse ist der Doppelarm i k befestigt und demnach in verticaler Ebene drehbar; der eine Arm k desselben dient nur als Gegengewicht, um die Nadel im Zustande der Ruhe in senkrechter Lage zu erhalten; das gabelförmig gestaltete, metallische Ende des Armes i dagegen taucht bei der Senkung in zwei auf Messingsäulchen s und s_1 befindliche Quecksilbernäpfchen ein und setzt diese dadurch in metallische Verbindung. Der eine Pol der Localbatterie K ist

nun durch einen Draht mit dem Messingsäulchen s, der andere mit einem Ende der Drahtumwindung des Elektromagnetes U, endlich das Säulchen s_1 mit dem anderen Ende der letzteren verbunden, so daß beim Eintauchen der Gabel i in die Quecksilbernäpfchen der Strom der Localbatterie durch den Elektromagnet U hindurch geschlossen wird und sehr kräftig wirkt, weil der Widerstand einer solchen kurzen Leitung im Locale verschwindend klein ist.

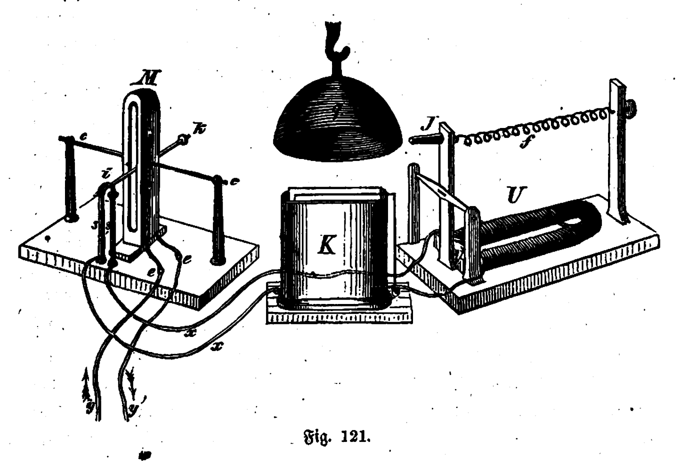


Fig. 121.

Wenn ein von der entfernten Station kommender Strom, der sehr schwach sein kann, durch den Leitungsdraht y in den Multiplicator M eintritt und durch den Draht y' nach der nächsten Station oder in die Erde geht, so wird die Nadel in M so weit abgelenkt, daß die Gabel i in die Quecksilbernäpfchen taucht und die Localbatterie schließt. Dadurch wird der Anker V auf einem doppelarmigen federnden Hebel VJ vom Elektromagnet U angezogen, so daß der Hammer J kräftig an die Glocke q anschlägt. Nach dem Aufhören des elektrischen Stroms zieht das Gegengewicht k die Nadel des Multiplicators wieder in ihre senkrechte Stellung zurück, worauf der Hammer J von

der Glocke q, so wie die Armatur V von dem Elektromagnet U durch die Spiralfeder f zurückgezogen wird, weil der Localstrom jetzt unterbrochen ist.

185. Was ist ein Postwecker?

Auf Stationen, in welchen der Telegraphist noch andere Arbeiten zu besorgen hat, wie z. B. in Postämtern, in denen die Postbeamten den Telegraphendienst mit zu versehen haben, sind Wecker-Vorrichtungen nöthig, um diese Beamten herbeizurufen, wenn sie ein Telegramm aufnehmen sollen. Man kann dazu einfach einen Apparat aufstellen, welcher auf die Ströme, mit denen gewöhnlich und zwischen den anderen, in die betreffende Leitung eingeschalteten Stationen telegraphirt wird, nicht anspricht, auf dem aber hörbare Zeichen ertönen, sobald man entweder mit einem stärkeren Strom als gewöhnlich, oder mit einem Strom von anderem Vorzeichen telegraphirt. So lange dann die Poststation nicht selbst an dem telegraphischen Verkehr theilzunehmen hat, schaltet sie diesen Wecker und ein Galvanoskop in die Leitung ein; hat dagegen die Poststation ein Telegramm abzusenden oder zu empfangen, so schaltet sie den Wecker aus, und dafür ihr Relais in die Leitung ein.

Man könnte auch die Apparate in ähnlicher Weise wie bei Schleifenlinien (vgl. Fr. 238) oder wie zum Doppelsprechen (vgl. Fr. 275) einschalten.

Sechszehntes Kapitel.

Die elektrischen Uhren und Chronoskope.

186. In welcher Weise läßt sich die elektrische Telegraphie für die Zeitmessung ausnutzen?

Die für die Zeitmessung bestimmten Instrumente haben entweder (als Uhren oder Chronometer) die Aufgabe, gewisse Momente oder Abschnitte in der stetig verlaufenden Zeit zu markiren, oder (als Chronoskope und Chronographen) die Zeit-Grenzen d. h. den Anfangs- und Endpunkt eines bestimmten Vorgangs möglichst genau festzustellen. Setzt man räumlich getrennte Uhren durch elektrische Ströme in übereinstimmenden Gang, so hat man einen bloßen Zeit-Telegraphen. Besonders erfolgreich war aber die Benutzung der Elektricität für die zweite Aufgabe der Zeitmessung durch Herstellung elektrischer Chronoskope und Chronographen.

187. Wie viel Arten elektrischer Uhren giebt es?

Eine Anzahl, an verschiedenen Orten befindlicher und durch eine Telegraphenleitung unter einander verbundener, elektrischer Uhren kann sehr leicht von einer gewöhnlichen, möglichst genau gehenden Normaluhr aus mittels eines elektrischen Stromes in gleichen Gang mit jener gesetzt werden. Es läßt sich aber auch ohne Anwendung eines Laufwerkes die Normaluhr selbst unmittelbar durch Elektromagnetismus in Gang setzen und erhalten. Die Lösung dieser Aufgabe ist jedoch bei der Veränderlichkeit der Stromstärke der Batterien und der

elektromagnetischen Wirkung des Stroms nicht leicht. Mit ganz gleicher Einrichtung, wie die erste Art der Uhren, lassen sich auch elektrische Zählwerke herstellen.

Elektrische Uhren, theils durch Batterieströme, theils durch magneto-elektrische Inductionsströme betrieben, sind nicht blos in kleineren Verhältnissen z. B. in Bahnhöfen, Posten, Fabrikanlagen u. dgl. angewendet worden und haben sich dabei trefflich bewährt, sondern sie sind auch in vielen großen Städten in sehr großem Maßstabe und bei sehr weiter Entfernung ausgeführt worden und Jahre lang in übereinstimmendem Gang geblieben; z. B. in Brüssel und Gent (die von Nolet), in Lyon (die von Bréguet), in Marseille ꝛc. Nichtsdestoweniger sind diese Uhren noch mancher Verbesserung fähig.

188. Welche Vorschläge zu elektrischen Uhren machte Steinheil?

Steinheil zuerst hat im September 1839 Uhren der erstbezeichneten Art in München zur Ausführung gebracht, indem er mittels des elektrischen Stromes alle halben oder ganzen Stunden die Schlagwerke einer beliebigen Anzahl gewöhnlicher Uhren von einer Normaluhr aus in Gang setzte, wobei zugleich die Zeiger, falls sie vorgeeilt oder zurückgeblieben waren, durch einen Elektromagnet eingestellt wurden. Außer diesem elektrischen Regulator oder Stundensteller schlug Steinheil noch eine andere Art von elektrischer Uhr vor; es sollte nämlich das Pendel der Normaluhr bei seinem Hin- und Hergange einen Commutatorhebel (mit in Quecksilber-Näpfchen eintauchenden Drähten) umlegen und dadurch Ströme von verschiedener Richtung schließen, welche durch elektromagnetische Wirkung (ohne Triebwerk) die Zeiger beliebig vieler Uhren in gleichem Schritte sprungweise in Umlauf setzen sollten.

189. Welche Einrichtung hatten Wheatstone's elektrische Uhren?

Die elektrische Uhr Wheatstone's (1840) stimmt im Wesentlichen mit seinem Zeigertelegraphen überein. Die Zeigerscheibe entspricht hierbei dem Zifferblatte einer Uhr und das Schließungsrad sitzt auf der Stundenradachse der Normaluhr, wird also durch letztere in gleichmäßige Umdrehung versetzt

und vollendet in einer Stunde eine Umdrehung; es hat auf seinem Umfange 30 eingelegte, gegen einander isolirte Metallstücke, so daß mittels einer darauf schleifenden Metallfeder der Strom während einer Minute geschlossen, während der nächsten Minute unterbrochen ist. Beim Schließen des Stroms wird der Anker eines Elektromagnets angezogen, beim Oeffnen wieder losgelassen und sowohl beim Schließen als beim Oeffnen wird mittels eines Echappements der Zeiger eines Minutenrades um eine Minute fortgerückt. In die Drahtleitung können beliebig viele Uhren eingeschaltet werden, welche dadurch sämmtlich einen ganz gleichmäßigen Gang erhalten; doch muß die Stärke der Batterie dem Widerstande in der Leitung und in sämmtlichen Elektromagneten entsprechen. Wenn das Minutenrad der Normaluhr mit 30 eingelegten Metallstücken versehen und mittels einer Feder der Strom in einer Minute 30 Mal hergestellt und 30 Mal unterbrochen würde, so zeigten alle eingeschalteten Uhren Secunden an, doch ist in diesem Falle der Gang der Normaluhr wegen der größeren Reibung zwischen der Feder und der Minutenscheibe nicht so sicher.

Eine ähnliche Einrichtung gab Bréguet seinen elektrischen Uhren.

190. Welche Eigenthümlichkeit haben Garnier's elektrische Uhren?

Bei den vom Pariser Uhrmacher Paul Garnier ausgeführten elektrischen Uhren wird die Unterbrechung und Wiederherstellung des Stromes nicht durch das Pendel der Normaluhr (etwa mittels einer zeitweise auf einem Contact schleifenden Contactfeder), sondern durch ein besonderes System von Rädern bewirkt, von denen das letzte in regelmäßigen Zeitabschnitten einen Hebel hebt und niederfallen läßt. Es soll dadurch verhütet werden, daß die Stromschließung hemmend auf den Gang der Normaluhr wirke.

Das in Fig. 122 (S. 232) dargestellte Hemmungsrad von Garnier weicht von den sonst gebräuchlichen wesentlich ab. A ist das Hemmungsrad, auf dessen Welle das Getriebe für

das Minutenrad B sitzt, C die Metallplatte mit den Zapfenlagern für die Räder A und B. H ist ein Sperrhaken, welcher durch die Feder J so in die Zähne des Rades A eingelegt wird, daß eine rückläufige Bewegung des letzteren nicht vorkommen kann. EDF ist ein um D drehbarer und um die Achse von A herumgebogener Winkelhebel, dessen Arm DE mittels der Zugstange L, welche den Anker des Elektromagnetes trägt, niedergezogen und durch die Feder K, nach dem Aufhören des elektrischen Stromes, wieder emporgedrückt wird. Der obere Arm des Winkelhebels trägt einen

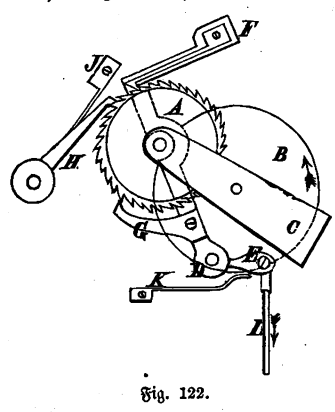


Fig. 122.

Querarm F mit einer daraufgeschraubten Feder, deren hakenförmiges Ende ebenfalls in das Hemmungsrad eingreift. G ist ein auf dem Arme DF festgeschraubter Graham'scher Anker, welcher bei jeder niedergehenden Bewegung des Armes DE, wobei die Feder an F einen Zahn vom Rade A mit fortzieht, in die Zähne dieses Rades eingreift und verhütet, daß zwei Zähne desselben auf einmal fortgenommen werden, oder daß die Bewegung dieses Rades schwankend und unsicher ist.

Von 5 zu 5 Secunden umkreist der Strom einmal den Elektromagnet, wodurch die Zugstange L niedergezogen und das Rad A um einen Zahn fortgerückt wird; dabei giebt der Sperrhaken H nach und gleitet über den nächsten Zahn hinweg. Der Anker G hat gleichzeitig seinen Haken in eine Zahnlücke des Rades A eingelegt und dadurch verhütet, daß zwei Zähne durch die Feder F weggezogen werden. Wenn der Strom wieder unterbrochen wird, so drückt die Feder K den Arm DE wieder empor und überhaupt den Winkelhebel wieder in seine vorige Lage zurück, wobei der Sperrhaken H verhindert, daß das

Rad A an dieser rückgängigen Bewegung theilnehme, während der Haken G dieser Bewegung des Hebels folgt, um bei der nächsten Anziehung in die nächste Zahnlücke sich einzulegen. Von dem Rade A wird die Bewegung auf das Minuten- und Stundenrad in gewöhnlicher Weise übertragen.

Aehnlich, aber einfacher, waren die in Deutschland mehrfach verwendeten elektrischen Uhren von Siemens und Halske.

191. Wie sind Stöhrer's Uhren eingerichtet?

Auch die elektrischen Uhren von Stöhrer werden durch eine Normaluhr in Bewegung gesetzt, jedoch durch Ströme von abwechselnd entgegengesetzter Richtung. Die Normaluhr (in Leipzig, wo gegen 70 elektrische Uhren von Stöhrer an verschiedenen Punkten der Stadt sich befanden, die Rathhausuhr) schließt mittels Quecksilbercontacten eine Minute lang den Strom einer Batterie in einer Richtung durch die Leitung hindurch, in der nächsten Minute in der entgegengesetzten Richtung und so fort. Die Bewegung der Zeiger aller in die Leitung geschalteten Uhren erfolgt wie bei den Stöhrer'schen Zeigertelegraphen und ist durch Fig. 123 veranschaulicht.

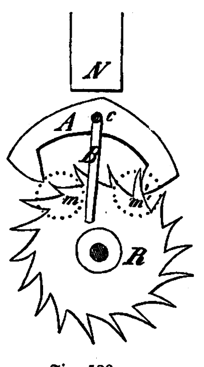


Fig. 123.

Die punktirten Kreise m und m' sind die Pole des Elektromagnetes der Uhr; zwischen denselben befindet sich ein Eisenlappen B, der mit dem Haken A fest auf der horizontalen Welle c sitzt und welchen ein starker Stahlmagnet N dauernd magnetisch inducirt. Da nun die Pole m und m' nach Verlauf jeder Minute gewechselt werden, so wird der Lappen B eine Minute lang von m angezogen und von m' abgestoßen, die darauf folgende Minute von m' angezogen und von m abgestoßen. Dies bewirkt von Minute zu Minute eine hin- und hergehende Bewegung des stählernen Hakens A, welcher durch

Eingreifen in die Zähne des Steigrades R dessen stoßweise Fortbewegung (um je einen halben Zahn) hervorbringt. Auf der Welle des 30 Zähne enthaltenden Rades R sitzt der Minutenzeiger, welcher demnach in einer Stunde eine Umdrehung macht.

Diese Bewegungsmethode mit umgekehrten Strömen hat den Vortheil, daß der Zeiger niemals mehr als ein Minutenfeld vorwärts springen kann. Wenn wegen mangelhaften Contacts der Strom einmal aussetzt und gleich darauf wieder eintritt, bleibt dennoch der magnetische Lappen B währenddem von dem einen Pole des Elektromagnetes, der dann nur als Eisenstück, nicht als Magnet wirkt, angezogen, weil er blos durch Umkehrung des Stromes, d. h. durch erfolgenden Polwechsel in dem Elektromagnet, nach dem anderen Pole des letzteren hinübergetrieben werden kann. — In ähnlicher Weise betrieb Glösener elektrische Uhren durch Inductionsströme, indem er an der Normaluhr einen Hufeisen-Stahlmagnet anbrachte, auf dessen Schenkel er die Inductionsspulen steckte; Hebenägel an einem Rade der Normaluhr hoben in passenden Pausen einen Hammer, welcher dann bei seinem Herabfallen auf den Ankerhebel des Stahlmagnetes den Anker desselben von den Polen losriß; so durchliefen bei jedem Spiel des Ankers zwei entgegengesetzte Inductionsströme die ganze Uhrenleitung.

192. Wodurch zeichnet sich Arzbergers Uhr aus?

Prof. Arzberger in Brünn wählte als Normaluhr eine gute Secundenuhr und sorgte dafür, daß der Gang dieser Secundenuhr nicht alterirt werde, daß der elektrische Strom jedes Mal möglichst kurze Zeit geschlossen bleibe, und daß bei großer Verschiedenheit in der Stromstärke keine Störungen durch den remanenten Magnetismus (Fr. 92) im Elektromagnet entstehen. Daher wurde das elektrische Zeigerwerk blos mit einem Minutenzeiger (ohne Secundenzeiger) ausgeführt; damit aber die Zeit am elektrischen Zeigerwerke dennoch genau abgenommen werden könne, mußte darauf Rücksicht genommen werden, daß das Ueberspringen des Minutenzeigers jedes Mal genau in dem

Momente erfolge, wenn der Secundenzeiger der Normaluhr auf 60 einspringt.

An der Steigradwelle, welche zugleich den Secundenzeiger trägt, ist eine Schnecke s (Fig. 124) befestigt, welche (senkrecht zur Zeichenfläche gemessen) so breit ist, daß die beiden Abfall-

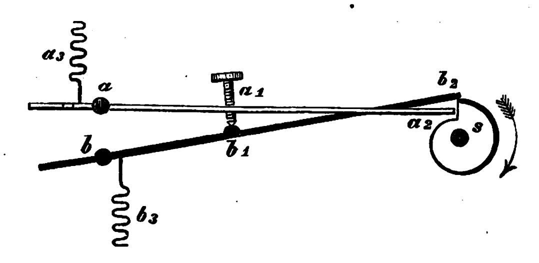


Fig. 124.

Lappen a_2 und b_2, ohne sich zu berühren, auf dem äußeren Umfange der Schnecke s gleiten können, während sich s nach der Richtung des Pfeiles dreht. Die beiden Lappen a_2 und b_2 bilden die beiden Enden zweier Hebel, welche sich beziehungsweise um a und b drehen. Der obere, gerade Hebel trägt eine am untern Ende mit Platin belegte Contactschraube a_1; der untere Hebel ist hinter dem Platinknopfe b_1 rückwärts gebogen, so daß b_2 hinter a_2 liegt, während a_1 und b_1 vertical über einander stehen. In dieser Biegung ist ein Elfenbeinstück so eingeschaltet, damit zwischen b_1 und b_2 keine elektrische Leitung stattfindet. Die Welle b ist ebenfalls isolirt, indem zwischen b und der Nabe des Hebels ein kleiner Elfenbeinring eingeschoben ist; b_1 ist sonach blos mit der Spiralfeder b_3 in leitender Verbindung, welche an ihrem unteren Ende mit einem gegen das Uhrwerk isolirten Klöbchen verschraubt ist und mit einem Leitungsdrahte in Verbindung steht. Die Feder a_3 ist an ihrem oberen Ende an einem anderen Klöbchen befestigt und leitend mit dem zweiten Leitungsdrahte verbunden. Der Lappen a_2 ist, von a gemessen, etwas kürzer, als b_2 von b gemessen, so

daß dann, wenn der Secundenzeiger von 59 auf 60 springt, a_2 abfällt, während b_2 noch auf dem von der Drehachse am weitesten entfernten Punkte der Schnecke s aufruht. Die Schraube a_1 ist so gestellt, daß in diesem Momente a_2 nicht auf die Schnecke s auffällt, sondern (wie Fig. 124 andeutet) um eine mit dem freien Auge kaum wahrnehmbare Strecke von s absteht; es legt sich vielmehr jetzt a_1 auf b_1 und schließt den Strom zwischen a_3 und b_3. Nun springt der Zeiger am elektrischen Zeigerwerk. Sobald der Secundenzeiger von 60 auf 1 springt, fällt b_2 ab; während des Falles schlägt zuerst a_2 und sodann b_2 auf s auf, und der Strom ist wieder unterbrochen.

Durch die weiter fortgesetzte Drehung von s werden die beiden Lappen a_2 und b_2 gemeinschaftlich gehoben, so zwar, daß zum Anheben während der 58 Secunden, die von 1 bis 59 verfließen, bei jedem Secundenschlage ein gleicher sehr kleiner Antheil der Gesammtarbeit consumirt wird. Schleift man nun die Enden von a_2 und b_2 beim Adjustiren so ab, daß das Abfallen erst während des Zeigerspringens, und nicht in jener Periode stattfindet, während welcher das Steigrad dem Anker den Antrieb ertheilt, so bleibt auch in den beiden Bewegungsperioden 59 bis 60 und 60 bis 1 der Antrieb, welchen das Pendel vom Steigrade empfängt, gleich groß.

Innerhalb des Uhrkastens ist ein Taster angebracht, welcher mit den Federn a_3 und b_3 so verbunden ist, daß man durch ihn unabhängig von der Normaluhr die Zeiger der elektrischen Zeigerwerke beliebig stellen kann. Endlich ist noch ein Indicator vorhanden d. h. ein Relais, welches bei allmäliger Abnahme der Stromstärke früher aufhört zu schlagen, als das Zeigerwerk stecken bleibt. Schlägt das Relais einmal nicht mehr, wenn der Secundenzeiger auf 60 kommt, so ist in nicht zu langer Frist die Batterie zu erneuern.

193. Wie ist Bain's elektromagnetische Uhr eingerichtet?

Bain war der Erste, welcher den Elektromagnetismus als bewegende Kraft für Uhren anwandte. Bei den gewöhnlichen Pendel-Uhren ersetzt das treibende Gewicht oder die treibende

Feder dem Pendel die durch die Bewegung des Uhrwerks verbrauchte Kraft; ohne diesen Ersatz würden die Schwingungen des Pendels immer kürzer werden, und endlich würde dasselbe still stehen. Das von Bain benutzte elektrische Pendel wird unmittelbar durch den elektrischen Strom in gleichmäßig schwingende Bewegung versetzt. Fig. 125 zeigt die Einrichtung desselben. B ist eine Kupferplatte, an welche mittels einer elastischen Feder das Pendel D angehängt ist. Am oberen Theile dieses Pendels befindet sich ein Platinknöpfchen e, welches bei der Bewegung nach rechts an das Metallstück J anstößt, im Ruhestande oder bei der Bewegung nach links von demselben getrennt ist. Den unteren Theil des Pendels bildet eine Drahtspule aus isolirtem Kupferdraht, von dem das eine Ende mit der Kupferplatte B, das andere mit dem Platinknöpfchen e in Verbindung steht, indem die gegen einander isolirten Drahtenden am Pendel emporgeführt sind. Zu beiden Seiten jener Drahtspule befinden sich die gleichnamigen Pole S S′

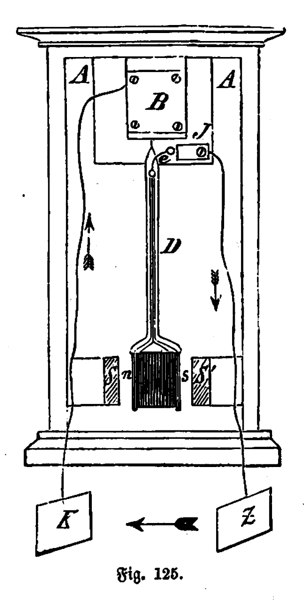


Fig. 125.

zweier kräftiger Stahlmagnete. K ist eine in der feuchten Erde liegende Kupferplatte, Z eine ebendaselbst befindliche Zinkplatte; jene ist mit B, diese mit J durch einen Draht verbunden. Wenn das Pendel oben so weit nach rechts schwingt, daß e mit J in Berührung kommt, so bilden die beiden Platten K und Z eine geschlossene Erdbatterie, und es geht dann der Strom von Z zu K nach B, durch die Umwindungen der Spule, hierauf über e und J zurück zur Zinkplatte Z. Beim Durchgange des

Stromes wird die Spirale ein Elektromagnet, links entsteht ein Nordpol n, rechts ein Südpol s; zufolge der Anziehung zwischen S und n, und der Abstoßung zwischen S' und s wird das Pendel nach links getrieben. Dadurch wird aber die Verbindung zwischen e und J aufgehoben, folglich der Strom unterbrochen. Durch den erhaltenen Antrieb schwingt das Pendel nach links und wieder so weit nach rechts, daß der Strom wieder geschlossen wird und das Pendel einen neuen Antrieb nach links erhält. Dieses Spiel geht so lange fort, als die Erdbatterie thätig ist; durch die Pendelbewegung aber wird ein Uhrwerk in Gang gesetzt.

Bain hat auch einen Stundensteller und solche elektrische Uhren construirt, welche durch eine Normaluhr in Gang gesetzt werden, deren Pendel bei seinem höchsten Stande links oder rechts durch eine dann aufschleifende Feder jedesmal eine Batterie schloß; dadurch wurde der Anker eines Elektromagnetes angezogen und ein Hemmungsrad mittels eines Hakens in jeder in den Stromkreis der Batterie eingeschalteten Uhr um einen Zahn vorwärts gerückt. Wenn das Pendel der Normaluhr in einer Secunde einmal hin- und herschwingt, so wird der Strom in jeder Secunde einmal geschlossen und dadurch jedes Hemmungsrad mit dem auf dessen Achse befestigten Zeiger um $^1/_{60}$ seines Umfanges herumgedreht.

194. Welche Einrichtung gab Weare seinen elektromagnetischen Uhren?

Die elektrischen Pendeluhren von Weare werden, wie die von Bain, unmittelbar durch den elektrischen Strom, ohne Anwendung einer Normaluhr, in Gang gesetzt. Anstatt der Linse hat das Pendel eine horizontale Drahtspirale, welche beim Durchgange des elektrischen Stromes als Elektromagnet wirkt. Zu beiden Seiten dieser Drahtspirale befinden sich die entgegengesetzten Pole eines starken Stahlmagnetes. Jedesmal, wenn das Pendel einen Schlag nach rechts oder links vollbracht hat, trifft ein an seiner Spirale links und rechts vorstehendes und mit dem einen Ende der Spirale verbundenes Plättchen an ein

ähnliches Plättchen, welches auf einem, vom Stahlmagnete ausgehenden, zu einer Spiralfeder gewundenen Golddrahte sitzt, und hierdurch wird der Strom der Batterie dergestalt durch die Spirale geschlossen, daß die Pole derselben den gleichnamigen des Stahlmagnetes gegenüberstehen. Die beiden goldenen Spiralfedern am Stahlmagnet sind nämlich mit dem einen Pole einer Batterie, das zweite Ende der Drahtspirale durch die Aufhängefeder des Pendels hindurch mit dem anderen Pole der Batterie in Verbindung. Bei jedem Schluß der Batterie stoßen sich zwar die gleichnamigen Pole beider Magnete ab, doch überwiegt stets die Abstoßung derjenigen Pole, welche eben am nächsten an einander liegen. Das Pendel wird dadurch, so wie durch sein Gewicht genöthigt, nach der anderen Seite zu schwingen, unterbricht dabei den Strom und vollbringt vermöge seines Beharrungsvermögens den nächsten Schlag, worauf am andern Ende der Schwingungsbahn abermals ein Batterieschluß und eine Abstoßung wie vorher erfolgt. Die Pendelbewegung wird wie gewöhnlich auf das übrige Räderwerk übertragen.

Weare hat auch elektrische Uhren gebaut, bei denen eine Magnetnadel von ähnlicher Gestalt wie in dem Bain'schen Nadeltelegraph (Fr. 121) auf eine Achse aufgesteckt und mit einer Spiralfeder zu einer Unruhe ganz ähnlich wie in den Unruhuhren verbunden ist; in ihrer Ruhelage schließt die Unruhe den Strom einer Batterie durch eine Multiplicatorspule, in welche die Enden der Nadel hineinragen, und wird daher nach der einen Seite hin um ihre Achse gedreht, dabei aber der Strom unterbrochen, und darauf die Unruhe durch eine Feder in die Ruhelage zurückgeführt. Diese letztere Feder ist entbehrlich, wenn man den Strom abwechselnd in verschiedener Richtung durch die Spule sendet.

195. Welche Vorzüge besitzt Kramer's Uhr?

Zuerst lieferte Liais in Paris (1851) eine elektromagnetische Uhr, deren richtiger Gang nicht von der Stromstärke und der Stärke der elektromagnetischen Wirkung desselben abhängig war.

Aehnliche und noch vollkommnere Uhren stellten später Liais selbst und Andere her. Fast gleichzeitig und in sehr einfacher Weise löste Kramer, der Erfinder der in Fr. 131 besprochenen Zeigertelegraphen, dieselbe Aufgabe. Den Stromschluß stellt bei Kramer's Uhr eine an einem Seitenarme der Pendelstange sitzende Stellschraube her, indem sie sich am Ende der Pendelschwingung gegen eine Contact-Feder anlegt; diese Feder und das sich an sie legende Ende der Stellschraube drehen sich um denselben Mittelpunkt, nämlich um den Punkt, wo die Feder die Aufhängefeder der Pendelstange kreuzt; daher entsteht zwischen der Feder und der Stellschraube nur eine kaum merkbare Reibung. Die Feder selbst aber liegt für gewöhnlich auf dem Ende des Ankerhebels des Elektromagnetes auf, indem dieser (zwischen zwei Stellschrauben bewegliche) Hebel durch eine Spiralfeder gegen die Contactfeder emporgedrückt wird. Beim Schließen des Stroms wird der Ankerhebel vom Elektromagnet nach unten bewegt, während jene Stellschraube die Contactfeder hob; daher muß die Contactfeder beim Rückgange des Pendels länger drückend auf die Stellschraube wirken, als letztere beim Hergange auf erstere, und erstere ersetzt daher nach jeder Schwingung in gleicher Weise dem Pendel den Kraftverlust. Sowie aber die Contactfeder den Ankerhebel, welcher ihr durch die Anziehung des Elektromagnetes etwas entrückt war, wieder erreicht, bleibt sie gegen die Stellschraube zurück, der Strom ist dann unterbrochen, der Elektromagnet läßt den Anker los und die Spiralfeder bringt durch den Ankerhebel die Contactfeder in ihre Ruhelage, bis sich am Ende der nächsten Schwingung sämmtliche Vorgänge wiederholen. Die Stromstärke ist hierbei ganz gleichgiltig, sobald sie nur ausreicht, die Anziehung des Ankers rechtzeitig zu bewirken. Außerdem wird das Räderwerk der Uhr nicht von dem Pendel aus in Gang gesetzt, sondern durch den Elektromagnet; auf die Achse des Ankerhebels ist nämlich zu diesem Behufe ein Arm aufgesteckt, welcher durch Sperrklinken auf ein Sperrrad auf der Achse des Secundenzeigers wirkt und dasselbe schrittweise in Umdrehung versetzt.

196. Was ist das Wesentlichste an Geist's Uhr?

Der Uhrenfabrikant Sebastian Geist in Würzburg ersetzte dem Pendel den Kraftverlust nicht durch Federkraft, sondern durch das Gewicht eines stets von derselben Höhe fallenden Körpers. Der Ankerhebel A (Fig. 126) des Elektromagnets M dreht sich um seine in L zwischen Rubinen gelagerte Achse x, ist durch das verstellbare Gegengewicht G zum Theil äquilibrirt

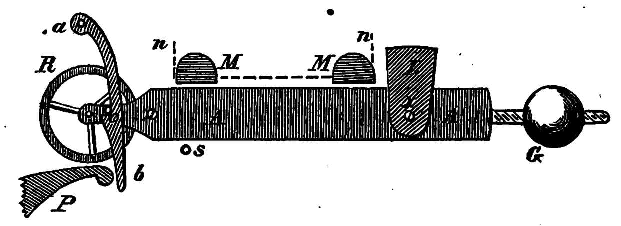


Fig. 126.

und trägt am andern Ende eine Frictionsrolle R; eine bei a befestigte federnde Einfallklinke ab faßt mit der Nase c einen Stahlstift an Hebel A und trägt letzteren, bis der Ansatz P an der Pendelstange beim größten Ausschlage nach rechts die Klinke aushebt, worauf die Rolle R (stets aus derselben Höhe) auf den Ansatz P niederfällt und so dem Pendel einen neuen Anstoß nach links giebt, bis der Hebel A auf dem Stifte s liegen bleibt. Beim größten Ausschlage nach links legt sich ein Contactstift an der Pendelstange an eine Contactfeder und schließt für kurze Zeit den Strom, worauf der in den Stromkreis nn eingeschaltete Elektromagnet M den Anker A anzieht und durch den Stahlstift c die Klinke bei Seite schiebt, bis die Nase unter diesem Stifte wieder einschnappt und durch ihn den Anker A fängt, sobald dieser von dem Elektromagnet M bei Unterbrechung des Stromes freigelassen wird. Auch bei dieser Uhr ist die Stromstärke ohne Einfluß auf die Dauer der Pendelschwingungen, sofern der Strom nur kräftig genug ist, zu bewirken, daß die Klinke ab den Anker A fängt.

197. Was ist über elektrische Chronoskope zu bemerken?

Neben der Feststellung des Beginns und des Aufhörens eines bestimmten Vorgangs soll meist zugleich die Dauer des Vorgangs angegeben werden. Dazu enthält das Chronoskop ein genau gehendes Uhrwerk (Chronometer). Das erste (elektromagnetische) Chronoskop ward 1840 von Wheatstone hergestellt und zur Bestimmung der Geschwindigkeit einer Kanonenkugel benutzt. Bei ihrem Austritte aus der Mündung der Kanone zerriß die Kugel einen quer über die Mündung gespannten Draht und unterbrach dadurch den Schließungskreis eines elektrischen Stroms, worauf ein in diesen Kreis eingeschalteter Elektromagnet seinen Anker abfallen ließ, welcher, so lange er angezogen war, sich in das Räderwerk der Uhr eingelegt und die Uhr angehalten hatte. Beim Auftreffen der Kugel auf die Scheibe wurde ein neuer Stromkreis geschlossen und der Elektromagnetanker brachte die Uhr wieder zum Stillstande. Der Uhrzeiger lief also blos während der Zeit um, in welcher die Kugel ihren Weg von der Mündung bis zur Scheibe zurücklegte. Die Zeit, welche der elektrische Strom zur Durchlaufung des verhältnißmäßig kurzen Schließungskreises braucht, ist zwar verschwindend; zu dieser Zeit tritt aber der Unterschied zwischen den Zeiträumen, welche zum Entstehen und zum Verschwinden des Magnetismus im Elektromagneten oder Multiplicatoren, zum Anziehen und Abfallen der Anker oder zur Bewegung einer Magnetnadel nöthig ist, hinzu; außer diesen beiden Fehlerquellen liegen weitere Ursachen zu Fehlern in den Widerständen in den Uhrwerken (Reibung der Räder 2c.), oder der schwingenden Pendel oder der schnell rotirenden Cylinder u. s. w. Es wird dadurch die Herstellung eines guten Chronoskops wesentlich erschwert und verwickelt; die im Chronoskop selbst liegenden Fehler aber zu bestimmen und in Rechnung zu ziehen gelang in ziemlich einfacher und sicherer Weise dem belgischen Artilleriehauptmann Navez. In dem Chronoskop von Hipp, welches den 500. Theil einer Secunde zu messen gestattet, läuft das Uhrwerk ununterbrochen um, der Zeiger aber wird durch die Wirkung des Elektromagnetes aus

dem Uhrwerk ausgerückt und bei Unterbrechung des Stroms erst durch eine Feder eingerückt und vom Uhrwerke mitgenommen.

Einen wesentlich andern Weg schlug Pouillet 1844 ein: ein (kurzer) Strom von unveränderlicher Stärke veranlaßt einen um so größern Ausschlag der Galvanometernadel, je länger er dauert; beobachtet man die zu Strömen, deren Zeitdauer man kennt, gehörigen Ausschläge, so kann man bei anderen Strömen aus dem Ausschlage auf die Dauer der Ströme schließen. Der erfolgreichen Ausführung dieses Gedankens zu einem galvanischen Chronoskop stellen sich aber mannigfache Schwierigkeiten und Ursachen zu Fehlern entgegen.

198. Welche Aufgabe haben die elektrischen Chronographen?

Die elektrischen Chronographen sollen mittels elektrischer Ströme die zwischen einer größern Reihe von Ereignissen verflossenen Zeiträume durch bleibende Zeichen feststellen, z. B. die Zeiten, in welchen eine Kugel verschiedene Theile ihres Wegs zurücklegt, oder die zwischen mehreren astronomischen Beobachtungen verstrichenen Zeiten. Dazu verwendet man eine gut gehende Uhr, welche in jeder Secunde ein oder mehrere Male einen Strom schließt, so daß dieser durch einen Elektromagnet einen Punkt auf einen sich ganz gleichförmig bewegenden Papierstreifen oder auf ein auf einem gleichförmig umlaufenden Cylinder liegendes Papierblatt aufschreibt. Ein zweiter Strom wird beim Eintritt eines jeden zu verzeichnenden Ereignisses geschlossen und läßt durch einen zweiten Elektromagnet ein anderes Zeichen auf dem Papier entstehen; aus der Lage dieser letzteren Zeichen (Beobachtungspunkte) gegen die ersteren (Secundenpunkte) läßt sich die Zeit des Eintritts der Ereignisse feststellen. An Stelle des auf einem Cylinder liegenden Papierblattes kann auch ein gleichmäßig ablaufender Papierstreifen genommen werden.

Siebzehntes Kapitel.

Die Sicherheitstelegraphen für Eisenbahnen.

199. Welche Aufgabe haben die Sicherheitstelegraphen für den Eisenbahnbetrieb?

Da für die gewöhnliche Nachrichtenbeförderung eine Geschwindigkeit, welche die in der Beförderung von Personen und Sachen bereits erreichte Geschwindigkeit merklich übertrifft, ein unabweisbares Bedürfniß ist, so war es nur natürlich, daß die Ausbreitung der Eisenbahnen ganz wesentlich zur Ausbildung und Verbesserung der elektrischen Telegraphen drängte. Es nahmen daher die Eisenbahnen diese Telegraphen zuerst und zwar sobald die letzteren überhaupt betriebsfähig erschienen, in ihren Dienst, aber nicht einfach blos für die Zwecke der gewöhnlichen und allgemeinen Nachrichtenbeförderung, vielmehr weckte die dem Betriebe der Eisenbahnen obliegende Sorge für die möglichste Sicherheit der verkehrenden Züge das Verlangen nach der (z. Th. ganz eigenartigen) Beförderung bestimmter, für diese Sicherheit wichtiger Mittheilungen und führte so zu der Erfindung besonderer S i c h e r h e i t s t e l e g r a p h e n. Werden die gewöhnlichen Betriebstelegraphen und die Läutewerke (Fr. 182) wegen ihrer allgemeinen Bestimmung nicht zu den Sicherheitstelegraphen gezählt, so bleiben den letzteren als Aufgabe die Sicherung gegen den Zusammenstoß zweier Züge, die automatische Controlirung der Züge, die Benachrichtigung über den Zustand der Bahn, Ermöglichung eines ununterbrochenen telegra-

phischen Verkehrs zwischen den Beamten des Zugs unter sich und mit den Fahrenden, so wie zwischen dem Zug und der benachbarten Station, namentlich bei Unglücksfällen.

200. Welche telegraphische Vorkehrungen sollen gegen den Zusammenstoß zweier Eisenbahnzüge schützen?

Zur Erhöhung der Sicherheit namentlich für die auf einzelgleisigen Eisenbahnen verkehrenden Züge ist es wünschenswerth, die Beamten zweier benachbarter Stationen A und B von dem Verkehr der Züge auf der zwischen diesen Stationen liegenden Strecke in laufender Kenntniß zu erhalten. Demselben Zwecke dienen auch die allgemein üblichen optischen Bahntelegraphen. Um zu verhüten, daß zwei Züge auf demselben Geleise sich entgegenfahren, braucht man nur von A den Zug nicht eher abfahren zu lassen, als bis man B telegraphisch vom Abgang des Zugs unterrichtet und sich von der Ankunft dieser Meldung in B vergewissert hat; auch bleibt dann in B das Signal stehen, bis der Zug dort angekommen ist. Zugleich wird man dem Zugpersonal die gegebenen Zeichen sichtbar machen, indem man in gewissen Entfernungen an der Bahn ähnliche Apparate aufstellt, wie auf den Stationen. Um zu verhüten, daß zwei in derselben Richtung fahrende Züge auf einander fahren, wurde vorgeschlagen, daß jeder Wärter vom Vorbeifahren eines Zugs an ein Läutewerk in seinem und dem nächstfolgenden Wärterhause ertönen lasse, bis der Zug das nächste Wärterhaus erreicht hatte und das Signal von diesem Wärterhause unterbrochen wurde.

Schon wenige Jahre nach der Herstellung der ersten Telegraphen in England schlug Cooke die Verwendung des Nadeltelegraphen für den in Rede stehenden Zweck vor; die ganze Bahn sollte in Sectionen eingetheilt und auf jeder Station so viel Nadeln aufgestellt werden, als Stationen in der Section vorhanden waren. Eine zweckmäßigere telegraphische Einrichtung für denselben Zweck stellte J. Regnault 1847 auf der Bahn von Saint-Germain her und verbesserte sie später noch. Verwandte Vorschläge machte Tyer de Dalton, ferner (1858)

Marqfoi, dessen mit Scheiben ausgerüstete Apparate auf mehreren französischen Bahnen benutzt wurden.

1858 zog Regnault folgende Anordnung vor: Jeder Empfangsapparat besaß über einem Zifferblatte zwei Zeiger, welche für gewöhnlich vertical standen, sich aber, und zwar der eine (der Repetitor) R nach der einen, der andere (der Indicator) J nach der andern Seite hin neigen können. Die Pfeile in Fig. 127 deuten die Neigungsrichtung der Zeiger an; ein von der Station fortgehender Zug geht in der Richtung des Pfeils über R, ein ankommender fährt in der Richtung des Pfeils über J. Durch R wird ein abgehender oder abgegangener Zug, durch J ein kommender signalisirt. Jedes Zeichen bleibt so lange stehen, als der Zug zwischen den beiden benachbarten Stationen unterwegs ist, und ist in einem Fenster des Zimmers des Stationsvorstandes so angebracht, daß sowohl der Vorstand, als das sämmtliche Stationspersonal dasselbe sehen kann.

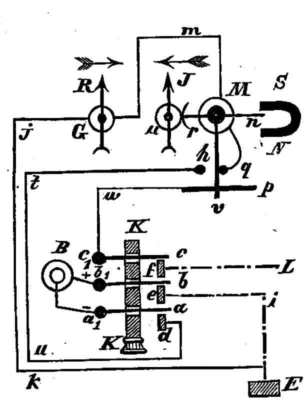


Fig. 127.

Der Repetitor R steckt auf derselben Achse mit der Nadel eines Galvanometers G, wird für gewöhnlich durch einen permanenten Richtmagnet vertical gestellt und spielt zwischen zwei Stellschrauben, von denen die eine die Neigung des obern Endes von R nach links überhaupt unmöglich macht. Der Kern des Elektromagnetes M spielt mit dem metallenen Arm v zwischen zwei Stellschrauben q und h und schleift zugleich mittels einer Feder auf der Metallschiene p; weiter sind die beiden Pole des Elektromagnetes zu rechtwinklig zum Kern stehenden eisernen Flügeln verlängert, welche zwischen die entgegengesetzten Polen zweier Hufeisenmagnete hineinragen, wie n zwischen S

und N; der eine Flügel ist nach rückwärts verlängert und überträgt mittels einer kreisförmig gebogenen Zahnstange r die Bewegung des Kerns auf das Getriebe u und den Indicator J. Soll ein Zug abgehen, so drückt der Stationsvorstand den Knopf K kurze Zeit und legt dadurch die zwei, um ihre bei a_1 und b_1 liegenden Achsen drehbaren Metallfedern a und b, welche bisher auf den Contacten d, e lagen, an die Contacte e und f, während gleichzeitig die dritte Feder c von f abgehoben wird; daher sendet die Batterie B jetzt einen Strom durch die Leitung L nach der andern Station, daselbst über f, c, w, p, v, q, durch M, über m, durch G, nach j, k und E zur Erde, worin er nach der sprechenden Station zurück und über E, i, e, a zum negativen Pole geht. Das Galvanometer und der Elektromagnet der gebenden Station werden von diesem Strome nicht mit durchlaufen, ihre Zeiger also auch nicht bewegt; auf der Empfangsstation strebt der Strom den Zeiger R nach der Seite hin abzulenken, nach welcher hin die Ablenkung durch die Stellschraube unmöglich gemacht ist, dagegen entsteht bei n ein Südpol, welcher von N angezogen und von S abgestoßen wird, weshalb n sich gegen N hin bewegt und der Arm v von q nach h. Sobald sich v von q entfernt, wird zwar der Strom unterbrochen, doch kann v den Rest seines Wegs in Folge der Trägheit und der von N ausgeübten Anziehung vollenden, und dann wird der wieder unmagnetisch gewordene eiserne Flügel n von N festgehalten. Sowie v an h angelangt und auf der gebenden Station der Knopf K in die Ruhelage zurück ist, sendet die Batterie der Empfangsstation einen entgegengesetzt gerichteten Strom über b, e, i durch die Erde nach der gebenden, dort über k und j nach G (dessen Zeiger R sich jetzt in der Pfeilrichtung bewegt), über m, M (wo n ein Nordpol wird und an S haften bleibt), q, v, p, w, c und durch L zur Empfangsstation zurück und hier über f, c, w, p, v, h, t, u, d und a zum negativen Pole. Die gebende Station wird durch die Bewegung des Repetitors R benachrichtigt, daß ihre Anmeldung in der andern Station angekommen ist, und läßt nun den Zug abgehen. Bei dessen Ankunft auf der andern Station drückt

der dortige Vorstand einen zweiten Knopf, führt dadurch v von h nach q (und den Zeiger J in die Ruhelage) zurück und unterbricht somit den bis dahin vorhandenen zweiten Strom; jetzt erst geht auch in der ersten Station der Zeiger R in die Ruhelage zurück und meldet dadurch dort die Ankunft des von dort abgesendeten Zuges. Die den Zug absendende Station kann weder das in ihr selbst erschienene, noch das von ihr nach der Bestimmungsstation gegebene Zeichen wieder verschwinden lassen; aber auch die letztere wird, während das Zeichen noch steht, auf ein anderes, nach der ersteren gegebenes Zeichen keine Rückantwort erhalten. Ein einmal gegebenes Zeichen bleibt auf der Empfangsstation selbst dann noch stehen, wenn die Leitung vor Ankunft des Zugs unterbrochen wird.

Bei dem in England gebräuchlichen und auch bei uns mehr und mehr zur Anwendung kommenden Block-Signalsystem stellen die Wärter der Blockstationen nach dem Ertönen der gewöhnlichen Glockensignale ihre optischen Signale auf „Bahn frei". Sobald dann der angemeldete Zug an einer Blockstation vorbeifährt, stellt der Wärter in dieser Station durch Drehen einer Kurbel das optische Signal auf „Halt" und „blockirt" dadurch die Strecke, auf welcher der Zug jetzt fährt, bis zur nächsten Blockstation. Dieselbe Kurbelbewegung sendet zugleich einen (galvanischen oder magneto-elektrischen) Strom durch die Drahtleitung, welche die einzelnen Stationen verbindet, und dieser Strom hebt die Blockade der vom Zug eben verlassenen Strecke auf, indem er auf der vorhergehenden Blockstation das Signal „Halt" in „Bahn frei" umstellt. Nach dem Vorschlage von W. H. Preece, dem Telegraphen-Ingenieur der South-Western-Bahn, benimmt dieser Strom dem Wärter, welcher das Signal gegeben hat, die Möglichkeit, es wieder zu beseitigen, er verschließt diesem Wärter gewissermaßen das Signal, und dieses bleibt stehen, bis der Zug die nächste Blockstation erreicht hat und von dort aus entweder durch den Zug selbst, oder durch den Wärter das elektrische Signal „freie Fahrt" gegeben wird. Die Zeichen selbst werden entweder in einem besondern Kästchen dem Wärter sichtbar und von diesem mittels

des optischen Telegraphen wiedergegeben, oder es kann durch den Strom unmittelbar die Bewegung der Flügel des optischen Telegraphen bewirkt werden.

Sollten diese Signale ganz selbstthätig gemacht werden, so müßten je zwei auf einander folgende Blocksignale so durch eine Leitung mit einander verbunden werden, daß der in die Signalstation einfahrende Zug auf dieser Station das Signal „Halt“, auf der vorhergehenden das Signal „Bahn frei“ giebt. Diese beiden Signale ließen sich aber entweder so erlangen, daß der abgehende und der ankommende Strom durch verschiedene Elektromagnete, oder so, daß diese beiden Ströme in verschiedener Richtung durch denselben Elektromagnet geführt werden.

In eigenthümlicher Weise wollte Abbé Magnat den Zusammenstoß zweier Züge verhüten, indem er durch Pflöcke, wenn dieselben durch einen automatisch (vgl. Fr. 201) von einem vorausfahrenden oder entgegenkommenden Zug gesendeten, elektrischen Strom aufgerichtet waren, mittels einer Klappe den Dampfzutritt in die Cylinder absperrte; so sollte jeder Zug durch Aufrichten und darauf folgendes Wiederniederlegen der auf jene Klappe wirkenden Pflöcke sich auf wenigstens 2 und höchstens 10 Kilometer Entfernung vorwärts und rückwärts selbst schützen.

201. Wie läßt sich der Verkehr der Züge automatisch controliren?

Durch automatische Telegraphen kann man die Züge leicht während ihres Verkehrs selbst controliren. Den ersten Vorschlag dazu machte Mauß 1845. Darauf stellte Bréguet schon 1847 in Entfernungen von je 20 Metern an den Telegraphenstangen je 2 Metallplatten parallel über einander auf, von denen die untere mit der Erde, die obere mit der Luftleitung nach der nächsten Station leitend verbunden war; da nun der vorbeigehende Zug beide Platten zur Berührung brachte, so konnte im Momente der Berührung von der Station ein Strom durch die Leitung gehen und ein Zeichen geben; aus der Zahl der Zeichen konnte man dann auf den vom Zuge zurückgelegten Weg und mit Hilfe eines Chronographen (Fr. 198) auch auf die Geschwindigkeit des Zugs schließen. Bei mehrglei-

sigen Bahnen wäre für jedes Geleis ein besonderer Draht nöthig. Maigrot wollte (November 1852) durch zwei über einem Zifferblatte in entgegengesetzter Richtung laufende, verschiedenfarbige Zeiger die von den sich entfernenden und den sich nähernden Zügen zurückgelegten Kilometer auf jeder Station markiren lassen. Bellemare wendete 1856 einen Ruhestrom (vgl. Fr. 160) an, den er in Entfernungen von je 100 Metern durch den Zug unterbrechen ließ. Steinheil ließ jeden Bahnwärter beim Vorbeifahren des Zugs den Strom unterbrechen; die mittels zweier Reihen von Unterbrechern an den Wärterhäusern und auf den Stationen gegebenen Zeichen wurden durch ein Tintengefäß am Elektromagnetanker auf den gleichmäßig bewegten Papierstreifen eines Chronographen niedergeschrieben und gaben Auskunft über die Aufmerksamkeit der Wärter, die Geschwindigkeit des Zugs, seinen Aufenthalt auf den Stationen u. s. w. Ein vom Zuge mitgeführter Glockenapparat ließ sich in jedem Wärterhause in die Leitung einschalten. Hipp ließ auf der Bahn Basel-Olten den Strom nicht blos durch die Locomotive, sondern von jeder Wagenachse unterbrechen, um durch die Zahl der so telegraphirten Punkte die Anzahl der Achsen zu melden.

202. Wie kann man bei Unglücksfällen telegraphisch Hilfe herbeirufen?

Um bei eintretenden Unglücksfällen telegraphisch Hilfe herbeirufen zu können, braucht man nur in gewissen Entfernungen, z. B. in jedem Wächterhaus (ein Galvanometer und) einen möglichst einfachen Zeichengeber aufzustellen, mittels dessen man nach der nächsten Station Zeichen geben kann. Diese Zeichengeber ermöglichen entweder jeden beliebigen telegraphischen Verkehr, oder sie unterrichten die nächste Station, unter Mithilfe einer dort aufgestellten elektrischen Klingel, blos von dem Orte, wo ein Unfall eingetreten ist. Um aber nicht an allen diesen Punkten Batterien aufstellen und unterhalten zu müssen, schaltet man zweckmäßig dann die ganze Linie zum Telegraphiren mit Ruhestrom ein. Es läßt sich dies schon bei den gewöhnlichen Läutewerken ausführen, wobei dann der Ruhestrom durch

die Elektromagnete die Läutewerke arretirt hält, bis der Strom unterbrochen wird. Walker verband (1857) auf beiden Endstationen die gleichnamigen Pole der Batterien mit der Leitung und mit der Erde, so daß für gewöhnlich beide Ströme sich neutralisirten und erst, wenn an einem Zwischenorte die Leitung mit der Erde verbunden wurde, die Läutewerke ertönen ließen. Frischen brachte nach einem Patent vom 25. Januar 1855 an den Läutewerken der hannöverischen Bahnen Schließungsräder mit einer aufschleifenden Feder an, damit, wenn bei einem Unglücksfall ein solches Läutewerk mit der Hand in Gang gesetzt wurde, der Ruhestrom in der Leitung so oft und in solchen Zwischenräumen unterbrochen wurde, daß aus den auf Morseapparaten niedergeschriebenen Punkten und Strichen die Nummer des Wächterhauses erkannt werden konnte, von welchem der Hilferuf ausging. Noch ausgiebiger, freilich auch umständlicher und deshalb nicht eben häufig in Anwendung gekommen, ist es, wenn der Zug einen vollständigen tragbaren Apparat (mit oder ohne Batterie) mit sich führt, der an jeder Stelle der Bahn in die Glocken- oder Morse-Leitung eingeschaltet werden kann; man braucht dabei die Leitung nicht zu zerschneiden, sondern nur vom mitgeführten Apparat einerseits einen Draht zur Erde, andrerseits einen Draht zur Leitung zu führen, in welcher sich dann der Strom nach beiden Seiten hin verzweigt. Einen Vorschlag hierzu scheint zuerst Wheatstone oder Bain (1841) gemacht zu haben; in Deutschland Fardely, Steinheil, Stöhrer (mit Inductionsapparat), W. Gintl (1849, mit Bain'schen Nadeltelegraphen); Bréguet erfand seinen tragbaren (Zeiger-)Telegraphen 1848. Auch Regnault fügte seinen in Fr. 200 besprochenen Apparaten eine (freilich sehr verwickelte) Vorrichtung zum Herbeirufen von Hilfe hinzu.

203. Läßt sich ein fahrender Zug mit benachbarten Stationen telegraphisch verbinden?

Eine Einrichtung zur telegraphischen Verbindung zwischen dem fahrenden Zuge und den benachbarten Stationen brachte

zuerst Tyer de Dalton 1851 auf der London-Dover-Bahn an einer Stelle, wo täglich 360 Züge vorüberfuhren, zur Anwendung. Tyer befestigte in Entfernungen von 1 Kilometer (etwa 2 Minuten Fahrzeit) an der Bahn je zwei 6 Meter lange Metallstreifen, verband den einen mit der Erde, den andern durch einen Guttapercha-Draht mit der Telegraphenleitung und ließ auf diesen zwei federnde Metalltheile (Reiber), welche an der vorbeifahrenden Locomotive angebracht waren, aufschleifen, um die Locomotive mit der Leitung in Verbindung zu setzen und zum Empfangen und Geben von Signalen zu befähigen. Zwischen den beiden Reibern waren nämlich zwei Elektromagnete eingeschaltet; durch den magnetisirten Anker des einen wurde mittels einer rothen und einer weißen Scheibe und unter Verwendung von Strömen von verschiedener Richtung signalisirt, ob die Bahn frei oder besetzt sei; der andere ließ eine Glocke oder Pfeife ertönen. Die auf jeder Signalstation auf der Locomotive und nach der Bahnstation gegebenen Zeichen blieben stehen, bis der Zug beim Einfahren in die nächste Signalstation in einer zweiten Leitung einen Strom durch einen dritten Elektromagnet sandte, den bisher an einer Nase gefangenen Anker des Signalelektromagnets löste und das Zeichen verschwinden machte.

1855 erfand Bonelli seinen Locomotivtelegraphen; er legte von der Station Argenteuil nach der Station Saint-Cloud zwischen den Schienen eine als Telegraphenleitung dienende, 35 Centim. über dem Erdboden auf Porcellanisolatoren liegende Eisenschiene, ließ auf dieser eine von der Locomotive herabreichende Feder oder Rolle aufschleifen und setzte so einen auf der Locomotive befindlichen Wheatstone'schen Nadeltelegraphen nebst Batterie dauernd in leitende Verbindung mit den beiden Nachbar-Stationen. Die Kosten berechnet Bonelli auf 562 Francs für 1 Kilometer. Aehnlich, nur noch verwickelter, war der Vorschlag von Gay. Vollständiger, aber auch noch weniger einfach war die 1854 von Th. du Moncel angegebene Einrichtung, bei welcher zwei Leitungsdrähte nöthig waren und in gewissen Pausen mit einem Zeichenapparate (mit zwei Scheiben), einem Läutewerke und einem tragbaren (Zeiger-)

Apparate auf der Locomotive in Verbindung gesetzt wurden. Auf jeder Station stand ein Controlapparat mit zwei Zeigern für zwei sich folgende Züge; näherten sich die letzteren zu sehr, so schlossen die Zeiger einen Strom, welcher beiden Zügen ein Lärmsignal gab.

Manuel Fernandez de Castro suchte im October 1853 zwei auf demselben Geleise fahrende Züge in telegraphische Verbindung mit einander zu setzen, namentlich um den Zusammenstoß zweier hinter einander her oder einander entgegenfahrender Züge zu verhüten. Dazu wurden zwei gegen einander isolirte Metallstreifen a und b (Fig. 128) entlang der Bahn gelegt; jeder

Fig. 128.

Streifen bildete aber nicht ein zusammenhängendes Ganzes, sondern war aus einzelnen, durch kurze nicht-leitende Zwischenräume von einander getrennten Stücken derart zusammengesetzt, daß immer die Enden zweier Stücke des einen Streifens gerade gegenüber der Mitte eines Stückes des andern Streifen zusammenstießen, wie es Fig. 128 anschaulich macht. Sobald nun die Reiber zweier sich folgender Züge auf demselben Stücke des einen Streifens schleiften, wurden die mit dem einen Pole zur Erde abgeleiteten Batterien auf beiden Zügen geschlossen und sandten einen Strom von derselben Richtung durch einen Lärmapparat. Dies mußte jedenfalls spätestens geschehen, wenn die Züge nur noch um die halbe Länge eines Streifenstücks von einander entfernt waren. Um stets von beiden Batterien Ströme von gleicher Richtung zu erhalten, läßt Castro mittels eines (wohl entbehrlichen) Stromwenders von einer Locomotivachse aus die Stromrichtung fortwährend umkehren. Ganz ähnliche Vorschläge machte der Hauptmann Guyard im Juli 1854.

204. Wie unterrichtet man den Locomotivführer telegraphisch vom Zustande der Bahn?

Wiederholt wurden (z. B. von Regnault, von Willoughby Smith u. A.) Apparate vorgeschlagen, durch welche

man selbstthätig dem Locomotivführer (aus einer Entfernung von wenigstens 500 Metern) rechtzeitig telegraphisch Gewißheit über Gefährdung des Zugs oder Gefahrlosigkeit geben wollte, namentlich über die Stellung von Weichen, Drehscheiben, Drehbrücken, den Verkehr von Zügen bei Einmündungen von Zweigbahnen, in Tunneln u. s. w. Am einfachsten erfolgt dies durch runde oder viereckige, in verschiedener Weise bewegliche Scheiben oder durch den Fallscheiben (vgl. Fr. 181) ähnliche Flügel, deren Sichtbarwerden und Verschwinden oder deren Stellung überhaupt mittels elektrischer Ströme von der Stellung der Weichen, Drehscheiben ꝛc. abhängig gemacht wird und den Locomotivführer also über die Stellung der Weichen und Drehscheiben unterrichtet. Bei Nacht lassen sich solche Signale durch Brillen mit verschiedenfarbigen Gläsern geben, welche vor eine (oder mehrere) Laternen eingestellt werden.

Um eine Stelle anzuzeigen, die der Locomotivführer ohne Gefahr nicht überschreiten kann, hat Regnault an mehreren Punkten der französischen Westbahn Warnungstafeln eingeführt, welche blos in einer Laterne von 60 Centim. Länge bestehen; in dieser brennt eine einzige Flamme, es sind aber rechtwinkelig zu einander zwei parabolische Spiegel angebracht, welche mit der Vorderwand der Laterne einen Winkel von 45° einschließen, so daß der Locomotivführer anstatt der Flamme, die ihm durch einen Schirm verdeckt ist, die beiden Spiegelbilder sieht.

Um den Zugführer in genügender Entfernung von einer Drehbrücke davon zu unterrichten, daß diese nicht niedergelassen sei, brachte man in England an jener Stelle zwei Schienen an, von denen die eine mit der Erde, die andere mit der Drehbrücke so verbunden war, daß die niedergelassene Drehbrücke eine Batterie schloß, sobald durch einen darüber fahrenden Wagen jene beiden Schienen leitend verbunden wurden; in den Stromkreis wurde aber dabei eine auf jenem Wagen befindliche Lärmglocke eingeschaltet.

Man wendet überdies Controlvorrichtungen für derartige Signale an, um deren richtigen Stand controliren zu können. Einfach ließe sich dazu eine elektrische Klingel auf dem ab-

sperrenden Bahnhofe oder Wärterhause benutzen, welche so lange läutet, als die Bahn durch das Signal abgesperrt ist. Zweckmäßiger aber ist eine optische Controlvorrichtung (Repeater), wie sie W. H. Preece für mehrere große englische Bahnen einrichtete; dieselben bestehen in einem kleinen Flügeltelegraphen welcher mit dem zu controlirenden Signal in der Form vollständig übereinstimmt und mit diesem derart durch eine Drahtleitung verbunden ist, daß er durch elektrische Ströme alle Signale nachahmt. Jules Dufau und Hardy gaben die Absperrsignale durch Zugdrähte, controlirten aber die richtige Stellung der Signale durch elektrische Ströme, welche in der einen und der andern Stellung des Signales in der einen von zwei Leitungen nach der Station gesandt wurden; eine Lärmglocke ertönte, sobald die Elektromagnetanker beider Leitungen ihre Ruhelage einnahmen, also bei Unterbrechung der Leitungen oder nicht vollständig durchgeführter Signalstellung.

Preece und Warwick controlirten sogar das Brennen des Lichtes (bei Nacht) in der Laterne solcher Signale, indem sie über der Flamme ein Metallstück anbrachten, welches, so lange es durch die Hitze der Flamme ausgedehnt wurde, durch einen Hebel einen elektrischen Strom unterbrochen erhielt, beim Erlöschen des Lichtes aber sich zusammenzog, den Strom schloß und ein Läutewerk ertönen ließ.

Den Einfluß der atmosphärischen Elektricität (vgl. Fr. 241) auf eine die Elektromagnete solcher „Deckungssignale" enthaltende Ruhestromleitung suchte (1870) der Ingenieur W. Hohenegger in Wien unter Mitwirkung des Telegraphen-Ingenieurs Fr. Bechtold durch Anwendung einer doppelten Luftleitung mit zwei entgegengesetzten Ruheströmen zu beseitigen. Zur Controle für ein richtiges Arbeiten des Deckungssignales dienen außerdem noch Controlwecker und optische Signale, welche in eine dritte (Control-)Telegraphenleitung für Arbeitsstrom eingeschaltet sind. Wie aus Fig. 129 (S. 256) ersichtlich ist, trägt die Achse e der Auslösungsvorrichtung des Triebwerkes, welches das Signal bewegt, einen zweiarmigen metallenen Hebel $A_1 A_2$, an welchem zwei Anker r_1

und r_2 sitzen, deren jeder einem Elektromagnet M_1 und M_2 gegenüber steht. Von den beiden in der Station aufgestellten Batterien B_1 und B_2 ist B_1 mit ihrem Kupferpole k_1, die Batterie B_2 dagegen mit ihrem Zinkpole zur Erde E abgeleitet; der Zinkpol von B_1 steht über x und y mit der einen Luftleitung L_1, der Kupferpol k_2 der anderen Batterie B_2 über q und p mit

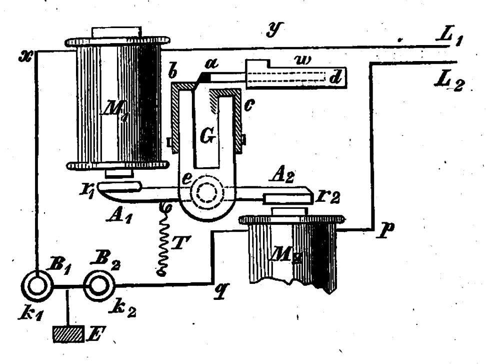


Fig. 129.

der zweiten Luftleitung L_2 in Verbindung; beide Leitungen sind hinter dem Deckungssignale zur Erde geführt; in die erste Leitung L_1 ist der Elektromagnet M_1, in die zweite L_2 der Elektromagnet M_2 eingeschaltet. Für gewöhnlich sind beide Batterien geschlossen, so daß die Leitungen L_1 und L_2 von zwei Strömen von entgegengesetzter Richtung durchströmt und die beiden Anker r_1 und r_2 von ihren Elektromagneten M_1 und M_2 angezogen erhalten werden; werden beide Ströme gleichzeitig durch einen Doppel-Taster unterbrochen, so werden beide Anker gleichzeitig losgelassen und die Abreißfeder T dreht den Ankerhebel A_1 A_2 um seine Achse e, bewegt zugleich die auf derselben Achse e sitzende Gabel G nach links und bewirkt dadurch die Auslösung des Triebwerkes. Zieht eine elektrische Wolke über die beiden Leitungen L_1 und L_2, so wird sie stets den Strom der Leitung verstärken, während sie den Strom in der anderen Leitung

aufhebt; während also dabei der erstere Anker losgelassen wird, muß der zweite nur um so fester gehalten werden und eine (unbeabsichtigte) Auslösung des Triebwerkes kann nicht erfolgen.

Die Stellung der beiden beweglichen Zungen b und c an der Gabel G gegen das Prisma a, welches an dem in den Auslösungshebel w eingesteckten Riegel ad seitlich vorsteht, ist so gewählt, daß der Arm des Deckungssignales selbst dann unverrückt in seiner ursprünglichen Lage erhalten wird, wenn die beiden von der Station zum Deckungssignale führenden Leitungsdrähte in Folge einer heftigen Entladung atmosphärischer Elektricität abgebrannt oder sonst zerstört werden sollten. Es wird nämlich der Signalarm dadurch gestellt, daß durch gleichzeitige Unterbrechung der beiden Ruheströme in den beiden Luftleitungen L_1 und L_2 ein gleichzeitiges Loslassen des Doppelankers r_1 r_2 Seitens beider Elektromagnete M_1 und M_2 herbeigeführt und so die Gabel G durch die Abreißfeder T nach links gedreht wird, wobei das Prisma a von der Zunge b auf die Zunge c herabfällt. Da nun diese Unterbrechung der Ströme nur einen Moment dauert, und gleich darauf die beiden Ströme wiederhergestellt werden, so müssen auch gleich nachher die beiden Elektromagnete M_1 und M_2 den Doppelanker r_1 r_2 wieder anziehen, den Hebel A_1 A_2 mit der Gabel G wieder nach rechts drehen, hierbei das Prisma a von der Zunge c in den inneren leeren Raum der Gabel G hineinfallen und jetzt erst das Triebwerk des Signals mittels des Hebels w auslösen, um die beabsichtigte Stellung des Signalarmes hervorzubringen. Werden dagegen beide Leitungen durch atmosphärische Elektricität oder sonst plötzlich, aber dauernd unterbrochen, so bleibt das Prisma a auf der Zunge c liegen, bis eine oder beide Leitungen wiederhergestellt und wieder vom Strome durchlaufen werden, worauf dann erst der Signalarm umgestellt wird.

Die gleiche Sicherheit gegen die Einflüsse der atmosphärischen Elektricität wird erlangt, wenn nur der eine Leitungsdraht mit der Batterie verbunden und beständig vom Ruhestrome durchlaufen, der andere Leitungsdraht dagegen blos mit

der Erde verbunden wird. Wirkt dann die atmosphärische Elektricität auf beide Drähte, so wird im ungünstigsten Falle der Ruhestrom in der einen Leitung aufgehoben und dafür gleichzeitig in der anderen Leitung ein Strom inducirt werden, welch letzterer den Ankerhebel A_1 A_2 angezogen erhält.

Der nächste Streckenwärter hinter dem Deckungssignale erhält einen Controlwecker, weil er für Instandhaltung und Beleuchtung des Deckungssignales zu sorgen hat und einen vor dem Deckungssignale haltenden, auf das Einfahren wartenden Zug gegen etwa noch nachfolgende Züge zu decken hat. Bei und während dem Ertönen des Controlweckers hat dieser Streckenwärter daher den ersten Zug frei bis zum Deckungssignal passiren zu lassen, jeden nachfolgenden Zug aber anzuhalten und davon zu unterrichten, daß schon ein früherer Zug am Deckungssignale auf die Erlaubniß zur Einfahrt warte. Damit nun die diensthuenden Stationsbeamten vergewissert werden, daß der Streckenwärter das Signal gehört und verstanden habe, auch das Deckungssignal gehörig beleuchtet und sonst im Stande sei, muß er mit seinem Unterbrechungstaster nach jedesmaligem Ertönen seines Controlweckers den Strom in einer Controlleitung L_3 und damit das Läuten in drei gleichen kurzen Zeiträumen unterbrechen. Das Triebwerk des Deckungssignales ist endlich so eingerichtet, daß der Contact in der Controlleitung hergestellt wird, wenn das Triebwerk so weit abgelaufen ist, daß nur noch acht Zeichen gegeben werden könnten. Dann fangen sämmtliche Controlwecker an zu läuten, bis der Streckenwärter das Triebwerk aufzieht.

205. Können die Beamten eines Zugs telegraphisch mit einander und mit den auf dem Zuge Fahrenden verkehren?

Zuerst Bréguet versuchte auf der Orléansbahn dadurch, daß er die einzelnen Wagen eines Zuges durch Leitungskettchen verband, einen Stromkreis für einen Ruhestrom herzustellen, durch dessen Unterbrechung beim Losreißen eines oder mehrerer Wagen ein Lärmsignal gegeben werden konnte; außerdem daß

die Besorgung der Ketten für das Zugpersonal umständlich war, schlug der Apparat in Folge der Stöße auch oft ohne Noth Lärm.

Erfolgreicher ermöglichte den telegraphischen Verkehr zwischen den Beamten eines langen Zuges 1853 der Ingenieur Hermann der Orléansbahn; er bildete aus je zwei Guttaperchadrähten auf jedem Wagen und den eisernen Verbindungsketten der Wagen einen Stromkreis mit Ruhestrom, welcher beim Reißen einer Verbindungskette oder beim Niederdrücken von Tasten seitens der Schaffner unterbrochen wurde und Lärmsignale oder bestimmte Zeichen beim Zugführer ertönen ließ. In ähnlicher Weise wie bei den Haustelegraphen (Fr. 181) könnte man aber auch hier mit Arbeitsstrom telegraphiren. Gluckmann verwendete 1854 Drähte unter den Wagen und Arbeitsstrom oder Ruhestrom. Kurze Zeit später spannte Mirand in Paris ein langes getheertes Band mit drei Leitungsdrähten von der Locomotive bis zu dem letzten Wagen, unter welchem der nicht erforderliche Rest des Bandes auf eine Rolle aufgewickelt wurde; in die durch jene drei Drähte gebildeten Stromkreise war eine Lärmglocke und eine andere Glocke zum Telegraphiren eingeschaltet. Auch später wurden wiederholt ähnliche Einrichtungen angegeben, durch welche das Zugdienstpersonal oder die Fahrenden mit dem Zugführer in telegraphische Verbindung gesetzt werden sollten. So benutzte Prud'homme, dessen Einrichtung auf mehreren französischen Bahnen Eingang fand, 1866 einen einzigen Leitungsdraht, welcher mit dem negativen Pole mehrerer an verschiedenen Stellen des Zugs befindlichen Batterien verbunden war und beim Zerreißen des Zuges sich auf einen, mit den Rädern verbundenen Bolzen auflegte und dadurch mit der Erde in Verbindung gesetzt wurde, worauf der Strom der mit ihrem positiven Pole zur Erde abgeleiteten Batterien die Lärmglocke ertönen machte. Außerdem wurden auch nichtelektrische Eisenbahnwagentelegraphen vorgeschlagen, z. B. von O'Neill 1858. So wurden auf mehreren französischen Bahnen kleine doppelte Fensterscheiben zwischen den Coupés angebracht, sodaß man durch die Wagen

17*

bis zur Maschine sehen kann. Werden etwaige Zeichen nicht bemerkt, so ist es, nach einer in französischer, englischer und deutscher Sprache angeschlagenen Verordnung, in Nothfällen erlaubt, ein Glas zu zerbrechen und eine Schnur zu ziehen, welche eine Alarmglocke läutet. Ferner wurden vielfach pneumatische Telegraphen (ähnlich dem von Sparre, Fr. 4) angewandt, z. B. vom November 1869 bis März 1870 auf den Courierzügen zwischen Berlin und Köln. Die Urtheile über die auf dieser Bahn und anderwärts verwendeten Apparate lauten keineswegs übereinstimmend, die Fälle aber, wo die Apparate von den Fahrenden benutzt werden mußten, waren sehr selten. Die eben erwähnten und zahlreiche andere Versuche mit pneumatischen und elektrischen Apparaten waren auf den preußischen Bahnen in Folge Handelsministerialerlasses vom 26. Januar 1869 angestellt worden.

206. Welche Einrichtung hat der elektromagnetische Brems?

1855 kam Nicklès auf den Gedanken, die auf den Schienen laufenden Kränze der Eisenbahnwagenräder durch einen elektrischen Strom magnetisch zu machen, um dann die magnetische Anziehung theils zum Bremsen, theils zur Vergrößerung des Anhaftens der Radkränze an den Schienen behufs Erhöhung der Zugkraft zu benutzen. Dadurch ward Achard auf die Herstellung seines elektromagnetischen Bremses geführt, welcher unter Mitwirkung von Hebeln auf die eine oder die andere Weise die gewöhnlichen Bremsbacken an die Radkränze anpreßt, entweder wenn der Locomotivführer es haben will, oder wenn ein Theil des Zuges sich losreißt. Bei der auf der französischen Ostbahn mit Erfolg angewendeten Anordnung solcher Bremse ward in dem Augenblicke, wo gebremst werden sollte, ein Ruhestrom unterbrochen, und ein Arbeitsstrom geschlossen; der Elektromagnet des ersteren ließ einen Hebel auf ein auf der Radachse sitzendes Excentrik herabfallen, worauf letzteres durch einen Sperrkegel an jenem Hebel ein Sperrrad in Umdrehung versetzte; auf der Achse dieses Sperrrades saß der Elektromagnet des Arbeitsstroms, welcher jetzt

durch elektromagnetische Anziehung zwei links und rechts liegende Kettenwellen mit der Sperrradachse kuppelt, sodaß sich auf diese Wellen eine Kette aufwickelt, durch welche ein, die Bremsklötze gegen die Radkränze drückender Hebel gehoben wird. Bei Unterbrechung des Arbeitsstromes hört die elektromagnetische Kuppelung auf, der Bremshebel sinkt wieder nieder und lüftet die Bremse.

Bei einer anderen Anordnung dieses elektromagnetischen Bremses oder Zaums versetzt das auf der Radachse sitzende Excentrik einen Winkelhebel in beständige schwingende Bewegung. So lange nun der auf dem einen Arme dieses Winkelhebels sitzende Anker eines Elektromagnetes von letzterem nicht angezogen ist, bewegt sich der Winkelhebel allein; sobald dagegen der Elektromagnet von einem Strome umflossen ist und der Anker an ihm haftet, nöthigt der Anker den Elektromagnet, seine Bewegung mitzumachen; dadurch geräth aber der um die nämliche Achse mit dem Winkelhebel drehbare Arm, worauf der Elektromagnet sitzt, ebenfalls in Schwingungen, und versetzt durch einen Sperrkegel wieder ein Sperrrad schrittweise in Umdrehung, durch welches dann die Bremsung bewirkt wird.

Man könnte diesen Brems auch selbstthätig machen, indem man ihn mit den in Fr. 200 oder 203 erwähnten Vorrichtungen verbindet, um durch einen elektrischen Strom von jedem Zuge aus einen sich in gefahrbringender Weise nähernden nachfolgenden oder entgegenfahrenden Zug zu bremsen und so einen Zusammenstoß zu verhüten.

Achtzehntes Kapitel.

Die elektrischen Feuerwehrtelegraphen.

207. Welche Bestimmung und Bedeutung haben Feuerwehrtelegraphen für große Städte?

Die Feuerwehrtelegraphen sollen die Meldung von dem Ausbruche eines Schadenfeuers in einem bestimmten Umkreise in kürzester Frist entweder blos an eine beständig Wache haltende Feuerwehrmannschaft gelangen lassen, oder in dem ganzen zugehörigen Bezirke Feuerlärm schlagen. In beiden Fällen wird eine schnelle Herbeiführung von Hilfe ermöglicht, im ersteren außerdem das lärmende und erschreckende Feuerschreien, Sturmläuten, Blasen und Trommeln im ganzen Bezirke beseitigt oder doch beschränkt.

208. Wie sind Feuertelegraphen anzulegen?

Ungenügend ist es, die Entdeckung eines ausbrechenden Feuers blos der Aufmerksamkeit und dem freien Ueberblick eines Thürmers zu überlassen und von dem Thurm aus dann blos die Meldung telegraphisch nach dem Wachlocale oder den Spritzenständen zu senden, wie es z. B. in Frankfurt a. M. geschah, wo 1867 eine Leitung zum Betrieb mit Zeigertelegraphen vom Domthurme nach dem Wachlocale der ständigen Feuerwehr gelegt wurde, 1868 aber (nach dem Dombrande) vom Catharinenthurme nach jenem Wachlocale. Es müssen vielmehr eine möglichst große Anzahl von leicht zu findenden und zu

erkennenden Feuermeldestellen (den Rufposten) im ganzen Bezirke vertheilt werden, von denen aus durch Jedermann zu jeder Zeit die Meldung von einem in der Nähe ausgebrochenen Brande gemacht werden kann; beschränkt sich diese Meldung blos auf den Ausbruch, so sind im weiteren Verlaufe des Brandes möglichst, von jenen Rufposten aus, weitere Angaben über Umfang, Ausbreitung, Gefährlichkeit u. s. w. des Brandes zu machen und die entsprechende Hilfe zu fordern und nach Befinden deren Abgang von verschiedenen Wachlocalen zu befehlen. Demnach empfiehlt sich besonders die Anlage einer Central- oder Hauptstation, von welcher aus die Telegraphenleitungen (die Sprechlinien) nach den verschiedenen Wachstationen der Feuerwehr auslaufen, während in ihr zugleich alle Ruflinien oder Feuermeldelinien zusammenlaufen, in welche die zahlreichen Rufposten eingeschaltet sind.

Ob man sich für den Betrieb mit Arbeitsstrom (wie in Wien, Berlin, Christiania, Bergen) oder mit Ruhestrom (wie in Königsberg, Stettin, Breslau, Köln) entscheidet, hängt wesentlich davon ab, ob man die etwas einfachere Einschaltung der Apparate und die Gewißheit, daß jede unbeabsichtigte Unterbrechung der Leitung sich selbst durch Loslassen der Elektromagnetanker und Läuten der Wecker anzeigt, durch größeren Aufwand für Unterhaltung der Batterien und etwas weniger sichere Bewegung der Morseschreibhebel erkaufen will.

In Berlin beträgt die gesammte Länge der Leitungen etwas über 20 Meilen; die Leitungen sind zum größten Theil mit Kabeln aus der Fabrik von Felten & Guilleaume in Köln hergestellt; nur einige wenige Strecken sind oberirdisch. In Leipzig liegt das Kabel in 1 Meter tiefen Gräben, in Thonkästen oder auch nur mit Ziegeln abgedeckt; außerhalb der Stadt ist die Leitung oberirdisch.

209. Welche Ausrüstung empfiehlt sich für die Sprechlinien?

Können die ständigen Wachmannschaften in der Hauptstation und den Wachstationen entsprechend eingeübt werden, so empfehlen sich für die Sprechlinien Morseapparate, sonst

Zeigerapparate und unter diesen wieder vorwiegend magneto-elektrische, namentlich der von Siemens & Halske (vergl. Fr. 137). In Berlin wurde 1851 für die Feuerwehr eine städtische Leitung, in welche auch die 46 District-Polizei-bureaux, einige Ministerien und öffentliche Gebäude eingeschaltet wurden, angelegt und mit Siemens-Halske'schen Zeigerapparaten mit Selbstunterbrechung (Fr. 129) ausgerüstet. Die an diesen sich zeigenden Uebelstände führten schon 1853 dazu, daß außer den Sprechapparaten probeweise zehn automatische Signalgeber von Siemens und Halske aufgestellt wurden (vergl. Fr. 211), und diese Signalgeber haben sich so bewährt, daß bis 1869 in Berlin 53, in Königsberg 42, in Stettin 16, in Christiania 28 in Betrieb waren. 1872 hatte Berlin 70 solche Signalgeber, man ging jedoch damit um, sie durch etwas massivere von derselben Einrichtung zu ersetzen.

210. Wie lassen sich die Ruflinien einschalten?

In großen Städten werden nicht sämmtliche Rufposten in eine einzige Leitung eingeschaltet. Dabei kann aber jede einzelne von der Hauptstation ausgehende Ruflinie wieder nach der Hauptstation zurückgeführt werden und so eine in sich zurücklaufende Schleife oder einen Kreis bilden, oder es bildet jede Ruflinie nur einen von der Hauptstation auslaufenden Strahl. Die Schleifeneinschaltung ist zwar rücksichtlich des Betriebes vorzuziehen, aber gewöhnlich wegen der größeren Länge der Leitungen etwas theurer; sie wird aus Fig. 130 deutlich,

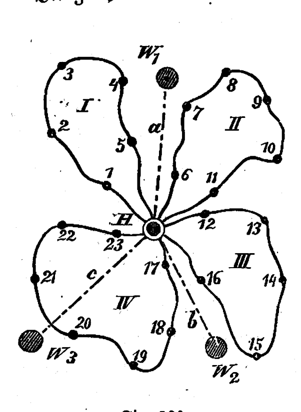


Fig. 130.

wo H die Hauptstation, W_1, W_2 und W_3 drei Wachstationen mit den Sprechlinien a, b und c bedeuten, während in die vier

Schleifen-Ruflinien I, II, III und IV dreiundzwanzig Rufposten 1, 2, 3, ... 23 eingeschaltet sind. Bei strahlenförmigen Ruflinien wird entweder jeder Rufposten 1, 2, 3, 4 (Fig. 131) mit einer Erdleitung E_1, E_2, E_3, E_4 versehen und einfach durch einen Draht an die von der Hauptstation H_1 auslaufende

Fig. 131.

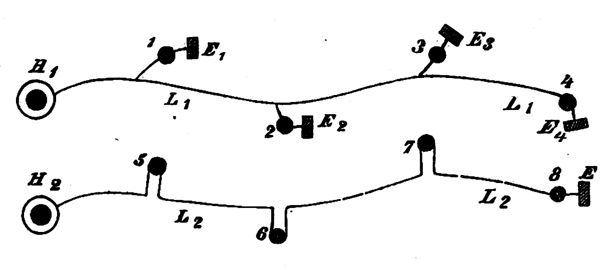


Fig. 132.

Ruflinie L_1 angehängt, sodaß also die Apparate jedes Postens in den von L_1 nach der betreffenden Erdleitung führenden Draht eingeschaltet sind; oder es bekommt wie in Fig. 132 blos der letzte Posten 8 eine Erdleitung E, und es wird von der von der Hauptstation H_2 auslaufenden Ruflinie L_2 nach jedem Rufposten ein (schleifenförmiger) Draht hin und wieder zurück gelegt. Jede dieser beiden Strahlenschaltungen hat ihre Vorzüge; für Ruhestrom ist aber nur die letztere oder die Schleifeinschaltung brauchbar. Will man die Schleifeinschaltung für Arbeitsstrom anwenden, ohne die Schleife (in ähnlicher Weise wie in Fig. 117 auf S. 220, und natürlich ohne Erdleitung in den einzelnen Rufposten) aus zwei getrennten Drähten, deren jeder von einem Batteriepole ausläuft, herzustellen, so braucht man nur die einzelnen Posten an den einfachen Draht so wie in Figur 131 anzuknüpfen und diesen Draht von dem Punkte, wo der letzte Posten abzweigt, noch nach der Hauptstation zurückzuführen, den einen Batteriepol aber mit der Erde, den anderen mit dem Schleifendraht zu verbinden.

211. Welche Apparate und Einschaltung erhält ein Rufposten?

Die Einschaltung eines Rufpostens für Arbeitsstrom skizzirt Fig. 133. In dieser bedeutet S einen automatischen Signalgeber von Siemens & Halske; auf die Achse e dieses, sammt den anderen Apparaten des Rufpostens in einem mit einer Glasthür verschlossenen Schränkchen befindlichen Signalgebers ist ein metallenes Schließungsrad (Schrifträdchen) aufgesteckt, dem eine Contactfeder F gegenübersteht. Wird ein in oder neben dem Schränkchen angebrachter und durch ein Schild als „Feuerglocke" bezeichneter Handgriff niedergezogen, so wird ein Sperrhebel des im Schränkchen befindlichen Triebwerks ausgerückt und letzteres versetzt nun das Schrifträdchen in Umdrehung, wobei dessen vorspringende Metalltheile b nach und nach an der ausgehöhlten Fläche des Contactstücks a der Feder F vorbeistreichen; so oft und so lange dies geschieht, kann der durch L_1 eintretende Strom der Batterie der Hauptstation über d, c, F, a, b, e, f und h nach dem Ambos U, dann durch das Galvanometer G und über das Metallklötzchen x zur Erde E gelangen. In diesen Stromkreis ist auf der Hauptstation ein Morseapparat eingeschaltet, dessen Triebwerk der erste Strom selbstthätig auslöst, und dieser schreibt demnach das vom Schrifträdchen gegebene Zeichen (hier: —··— oder „x", vergl. Fr. 155) so viel mal nieder, wie viel mal das Schrifträdchen umläuft, bevor das Triebwerk des Signalgebers durch Loslassen des Handgriffs wieder gehemmt wird. Jeder Rufposten hat andere Vorsprünge auf seinem Schrifträdchen, telegraphirt also auch ein anderes Zeichen nach der Hauptstation und ist dort aus diesem Zeichen bestimmt zu erkennen. Da jener Strom auch mit durch das Galvanometer G des Rufpostens geht, so wird die Nadel desselben ebensoviel mal abgelenkt, als das Schrifträdchen Vorsprünge hat, und diese dem Rufenden

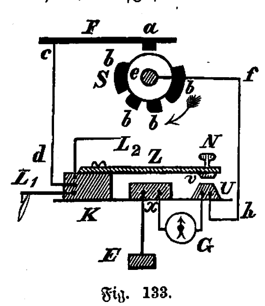


Fig. 133.

sichtbaren Ablenkungen dienen dem Rufposten als Rückantwort: „Verstanden" von der Hauptstation. Ruft ein hinter dem in Fig. 133 gezeichneten gelegener Rufposten, so nimmt in jenem der Strom aus L_1 in dem Metallklötzchen K seinen Weg sofort nach L_2 und nach dem rufenden Posten.

In dem Schränkchen ist noch ein Taster angebracht, dessen federnder, metallener Hebel Z sich mittels des Knopfes N niederdrücken läßt und, sobald sich der Contact v auf den Ambos U legt, ebenfalls dem Strom der Hauptstation über L_1, K, Z, v, U, G, x einen Weg zur Erde eröffnet. Mittels dieses Tasters kann also ein des Telegraphirens Kundiger beliebige Mittheilungen nach der Hauptstation absenden, aber auch, bei beständigem Niederdrücken des Hebels Z auf U und bei entsprechendem Spiel auf einem Taster der Hauptstation, von letzterer mittels des Galvanometers G das Zeichen „Verstanden" und beliebige andere Mittheilungen empfangen. Schaltet man das Galvanometer nicht zwischen U und x, sondern in die Leitung L_1, noch bevor sie an das Klötzchen K geführt wird, ein, so erlangt man dadurch den Vortheil, daß alle vor dem rufenden Posten gelegene Posten aus der Bewegung ihrer Galvanometernadeln ersehen können, daß schon ein anderer Posten ruft oder mit der Hauptstation spricht; dabei durchläuft aber der Linienstrom um so mehr Galvanometer, je weiter der rufende Posten von der Hauptstation entfernt ist, und kann nur dann stets die nämliche Stärke haben, wenn jeder Signalgeber zugleich einen um so größeren künstlichen Widerstand mit einschaltet, je näher er der Hauptstation liegt.

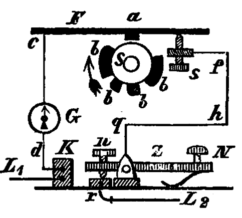


Fig. 134.

Bei einem Rufposten für Ruhestrom (wie sie in Breslau von Gurlt in Berlin, von Siemens & Halske in Königsberg, Stettin und Köln eingerichtet wurden) liegt die Feder F für gewöhnlich auf einer Contactschraube s (Fig. 134) auf, von welcher der aus L_1 über K und d durch das Galvanometer G

nach c und F gelangte Strom über f, h, q, den Tasterhebel Z, n und r in die Leitung L_2 weitergeführt wird; der Strom wird dann behufs der Erzeugung der Zeichen auf dem Morse der Hauptstation von dem Rufposten aus unterbrochen, indem dessen Schrifträdchen S bei seiner Umdrehung durch seine Vorsprünge die Feder F von der Schraube s abhebt. Der Rufposten besitzt hierbei einen ebenfalls auf Ruhestrom einzuschaltenden Taster, mittels dessen man nach der Hauptstation sprechen kann, da der Strom zwischen n und r unterbrochen wird, sobald man den Tasterhebel Z durch einen Druck auf den Knopf N niedergedrückt hat; man könnte aber statt dieses Tasters auch einen Knopf anbringen, bei dessen Niederdrücken mit der Hand die Feder F ebenfalls von s abgehoben wird. Die Hauptstation kann hierbei einfach durch Stromunterbrechung antworten, ohne daß sie dazu vom Rufposten (wie bei Arbeitsstrom durch Niederdrücken des Tasters) unterstützt zu werden brauchte. Die in der Ruhestromleitung gegebenen Zeichen sind an den Galvanometern aller Rufposten sichtbar; daher ist es hier kaum zu befürchten, daß zwei Posten gleichzeitig rufen.

212. Welche Einschaltung wurde in Berlin für die Hauptstation gewählt?

In Berlin münden in der Hauptfeuerwache vier Linien, welche etwa 30 Signalapparate enthalten. Jede Leitung geht erst nach einem Galvanometer und hinter diesem nach einem Wechsel; der Wechsel vereinigt für gewöhnlich die beiden Leitungen L_1 und L_2 und eben so die beiden L_3 und L_4, und von ihm geht dann für jedes Paar Leitungen ein Draht nach einem Morsetaster (Fr. 160) und nach einem Blauschreiber; die von den Blauschreibern (mit Selbstauslösung) weitergehenden Drähte führen endlich nach einem gemeinschaftlichen Läutewerk und hinter diesem durch die Batterie zur Erde. Der Wechsel bietet aber auch die Füglichkeit, alle vier Leitungen auf einen und denselben Blauschreiber einzuschalten. Wird nun der Signalgeber eines Rufpostens in einer Ruflinie in Gang gesetzt, so geht der Strom der Hauptstation durch das Läutewerk, den

einen Taster und den dazu gehörigen Blauschreiber und durch das betreffende Galvanometer in jene Ruflinie.

Um beim Probiren der Apparate eine leichtere Verständigung mit den Nebenstationen zu ermöglichen, ist außer jenen beiden Morsetastern noch eine Art Doppeltaster und eine zweite Batterie vorhanden, und der Doppeltaster ist mit den beiden Batterien so verbunden, daß, jenachdem man die eine oder die andere Contactfeder desselben niederdrückt, der Strom der einen oder der anderen Batterie nach dem Arbeitscontact des gleichzeitig niederzudrückenden Tasters und von dessen Achse in die Leitung gesendet wird, daß aber beide Ströme entgegengesetzte Richtung haben; dadurch ist man im Stande, die Galvanometernadeln der Nebenstationen nicht nur nach links, sondern auch nach rechts abzulenken. Die Taster befinden sich in einem Glaskästchen; wird der Deckel dieses Kästchens aufgeklappt, so kommt eine Feder zur Wirkung, welche das Läutewerk aus dem Stromkreise ausschaltet.

213. Läßt sich die Hauptstation auch anders für Arbeitsstrom einschalten?

Eben so zweckmäßig könnte man beim Arbeiten mit Arbeitsstrom in jede Ruflinie hinter dem Blitzableiter und dem Galvanometer ein Relais und die gemeinschaftliche Batterie einschalten und den einen Pol derselben zur Erde ableiten. Der andere Pol wird dann aber nicht blos nach dem einen Ende der Multiplicationsrollen der sämmtlichen Relais, sondern auch nach den Arbeitscontacten von ebensoviel Tastern geführt. Wenn nun die Hauptstation sprechen will, so wird die betreffende Ruflinie in einem hinter ihrem Galvanometer befindlichen Umschalter von ihrem Relais gelöst und mit der Achse des zugehörigen Tasters verbunden. Für sämmtliche Relais ist zwar ein einziger Schreibapparat ausreichend und dieser wird so eingeschaltet, daß sein Schreibhebel beim Arbeiten eine zweite Localbatterie durch ein Läutewerk hindurch schließt. Ist aber dabei die Anzahl der Rufposten sehr groß, so ist es nicht leicht, für jedes Schrifträdchen ein unterscheidendes Zeichen aus

Punkten und Strichen zu bilden; in diesem Falle ist es dann einfacher, an jedem Relais eine Nummerscheibe (Fr. 181) anzubringen, welche die Ruflinie anzeigt, zu der eben dieses Relais gehört, und welche für gewöhnlich durch eine Nase am Relaishebel in einer verdeckten Stellung gehalten wird, beim Ansprechen des Relais aber vorspringt, sich dabei an einen Contact anlegt und dadurch dauernd den Strom der Weckerbatterie schließt, während der Relaishebel seinerseits eine zweite Localbatterie durch den Schreibapparat schließt, welcher jetzt blos noch niederzuschreiben hat, der wievielte Rufposten in der durch die Nummerscheibe bereits bezeichneten Ruflinie gerufen hat.

214. In welcher Weise ist die Hauptstation für Ruhestrom einzuschalten?

In Figur 135 ist die Einschaltung der Hauptstation für Ruhestrom skizzirt. Der Strom nimmt für gewöhnlich von der Linienbatterie B seinen Weg einerseits zur Erdplatte E, andererseits durch den Draht h nach der oberen Platte A eines Blitzableiters (vergl. Fr. 242), dann durch den Draht f nach der Klemme k_2 des Galvanometers G, durch dessen Windungen nach der Klemme k_1, durch den Draht e, r nach dem Ruhecontact 3 des Tasters T, von der Tasterachse 2 über v, d, x durch die Spulen des Relais R, endlich über a′, die untere Blitzplatte C und a in die Ruflinie L. Im Relais R hält daher der Elektromagnet den Ankerhebel auf der unteren Contactschraube fest, und die Localbatterie b ist nicht geschlossen. Sobald aber irgend ein in die Linie L eingeschalteter Rufposten den Ruhestrom unterbricht, läßt der Elektromagnet des Relais R seinen Anker los, der Ankerhebel legt sich an die obere Contactschraube s und schließt den Strom der Localbatterie b, welcher über n durch

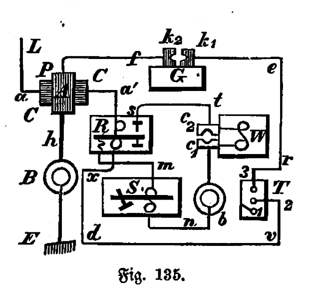


Fig. 135.

die Rollen des Schreibapparates S, über m und den Relaishebel nach s, über t nach der Klemme c_2 des Weckers W, durch dessen Elektromagnet und von der Klemme c_1 nach dem anderen Pol der Batterie b zurückgeht; dabei schlägt also nicht blos der Wecker W Lärm, sondern der mit Selbstausrückung versehene Schreibapparat schreibt auch das Zeichen des rufenden Postens auf dem Papierstreifen nieder. Ist dies geschehen, so unterbricht die Hauptstation ihrerseits den Linienstrom dreimal hinter einander, um dadurch dem rufenden Posten das Zeichen „Verstanden“ zu senden.

Durch Einstecken eines Metallstöpsels in das Loch zwischen den Klemmen k_1 und k_2 des Galvanometers G oder der Klemmen c_1 und c_2 des Weckers W läßt sich ersteres aus dem Kreise des Linienstromes, letzterer aus dem Kreise des Localstromes ausschalten. Noch zweckmäßiger aber ist es, für Wecker und Schreibapparat getrennte Batterien anzuwenden, welche beide beim Abfallen des Relaisankers geschlossen werden. Auch für mehrere in die Hauptstation einmündende Ruflinien ist eine gemeinschaftliche Linienbatterie weniger vortheilhaft; besser giebt man jeder Linie ihre besondere Batterie.

215. Wie wurden die Feuerwehrtelegraphen in Caen, Bordeaux, Boston ausgeführt?

Zu Caen verbanden 1855 Du Moncel und der dortige Feuerwehrcommandant Antonio Paysant die Wohnung des Commandanten durch Drähte einerseits mit dem Rathhause und andererseits mit den in den verschiedenen Stadtvierteln mitten unter den Feuerwehrleuten selbst wohnenden Untercommandanten; in diese Leitungen wurden elektrische Klingeln eingeschaltet und aus den auf diesen gegebenen „Wirbeln“ und einfachen „Schlägen“ eine Anzahl Signale gebildet. Sobald nun der Commandant vom Rathhause, wo jedes Feuer gemeldet werden mußte, die Nachricht vom Ausbruch eines Feuers und von dessen Ort, Umfang oder Gefährlichkeit erhielt, gab er den Untercommandanten telegraphisch Befehl, wohin und mit wie viel Mann sie abmarschiren sollten.

Marqfoi und de Boissac stellten 1860 für die in Bordeaux einzurichtenden Feuerwehrtelegraphen folgende Gesichtspunkte auf: In jedem Stadtviertel soll ein Centralpunkt gewählt und durch einen Draht mit dem Rathhause verbunden werden; die Wohnung jedes Feuerwehrmannes wird durch einen Draht mit dem nächsten Centralpunkt verbunden; zugleich wird in jedem Stadtviertel ein Posten für das Feuerwehrmaterial (Spritzen, eine Tonne mit Erde, Rettungsgeräthe u. s. w.) errichtet und ist daselbst ein Mann Tag und Nacht als Wache anwesend; beim Lärmruf sollen zugleich die einzelnen Stadtviertel durch die Zahl der Schläge des Läutewerks bezeichnet werden, damit so stets auch der Ort des Brandes angegeben werden könne.

In Boston spannte man vom Rathhause aus über die Dächer der Häuser hin Eisendrahtleitungen und zwar bildete man drei Schleifenlinien für einen Signalapparat (welcher zugleich für Polizeizwecke benutzt wurde) und drei andere Schleifenlinien für einen Lärmapparat; während der erstere Apparat die Meldung vom Ausbruch eines Feuers an die Rathhauswache beförderte, zu welchem Zwecke 40 gußeiserne Signalkasten (mit Schließungsrädern) in der Stadt vertheilt aufgestellt waren, wurden durch die letzteren von der Rathhauswache aus die in verschiedenen Theilen der Stadt befindlichen 19 Lärmglocken angeschlagen, ohne Mitwirkung von Wächtern oder Glöcknern. In jedem Glockenthurme wurde nämlich ein entweder durch das Wasser der städtischen Wasserleitung oder auch durch Gewichte bewegtes Triebwerk durch den Telegraphen für jeden Schlag losgelassen und ließ dann den Hammer einmal auf die Lärmglocke schlagen. Die Gesammtkosten dieser Telegraphen in Boston beliefen sich auf 15 000 Dollars; die Drähte, welche eine Länge von 50 englischen Meilen hatten, verursachten einen Aufwand von nicht ganz 100 Dollars für eine Meile. Den ersten Vorschlag zu diesem Telegraph machte Dr. Wm. F. Channing schon 1845, erst 1851 aber ging man an die Ausführung nach dem Plane von Channing und Moses G. Farmer und vollendete die Anlage im December dieses Jahres.

Neunzehntes Kapitel.

Von den Telegraphenleitungen und den Einwirkungen der atmosphärischen Elektricität auf die Leitungen und Apparate.

216. Was ist eine Telegraphenleitung?

Eine Telegraphenleitung oder -Linie ist ein sehr langer, die beiden Pole einer Batterie verbindender Schließungsdraht, in welchen beliebig viel Telegraphenapparate eingeschaltet sind. Dieser Draht bildet entweder einen in sich zurücklaufenden Kreis und dann besteht die Telegraphenleitung meist aus zwei neben einander (hin- und zurück-) laufenden Drähten; oder man

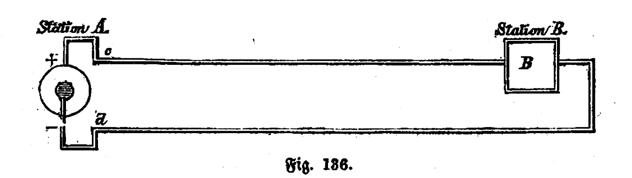


Fig. 136.

benutzt nach Steinheils Entdeckung (Fr. 57) die Erde zur Rückleitung, sodaß der ganze Schließungsbogen zur Hälfte durch Draht und zur Hälfte durch die feuchte Erde gebildet wird.

Bei der älteren Art der Drahtleitungen (Fig. 136) geht der Strom vom + Pole der Telegraphir-Batterie der Station A im Drahte c nach der Station B, daselbst durch

die Apparate und im Drahte d zurück zum — Pole der Batterie. Diese Einschaltung ist bei kleineren Telegraphenleitungen z. B. bei Haustelegraphen und elektrischen Klingeln noch jetzt gewöhnlich. Fig. 137 (vergl. auch Fig. 20) versinnlicht die

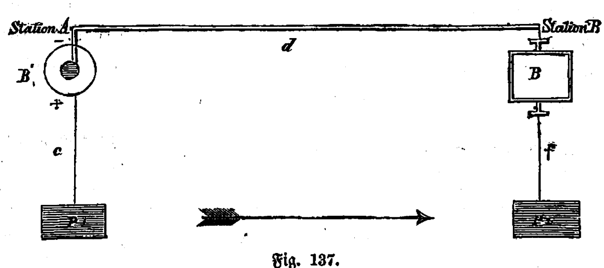


Fig. 137.

neuere Methode nach der Steinheil'schen Entdeckung. Der Strom geht hier vom +Pole der Batterie B' durch c zur Erdplatte P_1, durch das feuchte Erdreich zur Platte P_2 der entfernten Station, durch f nach Station B und endlich durch den Luftdraht d zu dem —Pole der Batterie B' der Station A zurück.

Ganz ohne Leitungsdraht zu telegraphiren, wurde mehrfach vorgeschlagen und versucht, aber natürlich ohne Erfolg.

217. Welche Hauptforderungen sind an jede Leitung zu stellen?

Jede Leitung muß 1. stromfähig sein, d. h. die Elektricität schnell und sicher von einer Station zur anderen fortzupflanzen vermögen; daher darf sie nirgends unterbrochen sein, d. h. einen schlechten Leiter zwischen den guten enthalten (Fr. 16 bis 19). Die Leitung soll aber auch 2. die Elektricität ungeschwächt fortpflanzen und muß deshalb isolirt sein, damit nirgends Elektricität entweiche (vergl. Fr. 227).

218. Wie viel Arten Telegraphenleitungen unterscheidet man?

Man unterscheidet hauptsächlich vier Arten von Leitungen: oberirdische, unterirdische, unterseeische und tragbare.

219. Was ist eine oberirdische oder Luft-Leitung?

Eine oberirdische oder Luft-Leitung ist ein Metalldraht, welcher von einer Station zur anderen in der Luft ausgespannt und durch isolirende Körper so unterstützt ist, daß er keinen anderen Gegenstand als diese letzteren berührt, und daß bei nasser Witterung durch die Feuchtigkeit keine fortlaufende leitende Verbindung zwischen dem Drahte und der Erde entstehen kann. In Deutschland wandten schon Weber (1833) und Steinheil (1837) Luftleitungen an, in England erst Cooke 1843.

220. Aus welchen Metallen bestehen die oberirdischen Leitungen?

Zu oberirdischen Telegraphenleitungen wird Kupfer- oder Eisen-Draht verwendet. Da, wo Leitungen mit großer Spannweite über Flüsse wegzuführen sind, stellt man sie aus Stahldraht oder Drahtseilen her. Während man früher den Kupferdraht bevorzugte, werden jetzt die Telegraphenleitungen fast nur mit Eisendraht ausgeführt. Kupferdraht hat den Vorzug, daß er die Elektricität etwa 6 Mal (Fr. 56) besser leitet als Eisen, daß er in der Luft durch Oxydation nur wenig leidet, daß er leichter zu spannen ist, und daß er als abgenutztes Material noch einen verhältnißmäßig größeren Werth hat als gebrauchter Eisendraht. Dafür ist aber Kupferdraht auch sehr theuer und bei gleichem Querschnitte nur etwa halb so fest als Eisendraht, weshalb er leichter zu beschädigen ist, leichter reißt als dieser und folglich mehr Unterstützungen bekommen muß, und leichter zu Entwendungen verlockt. Von Kupferdraht werden 5 bis 6 Centner (à 50 bis 55 Thlr.) auf die Meile gebraucht.

Der Eisendraht, welcher jetzt in der Regel in einer Stärke von 4 Millim. zu Telegraphenleitungen verwendet wird, gestattet wegen seiner größeren Festigkeit viel größere Spannweiten zwischen den Unterstützungspunkten als der Kupferdraht; er ist dabei kaum Beschädigungen und wegen seines geringeren Werthes auch nicht leicht Entwendungen ausgesetzt. Bei der angegebenen Stärke hat der Eisendraht eine ungefähr 6 Mal so große

Querschnittsfläche als der sonst verwendete Kupferdraht, also dieselbe Leitungsfähigkeit wie dieser. Auf eine Meile werden bei der angegebenen Stärke ungefähr 15 Centner Eisendraht (à 4 Thlr.) gebraucht. Zu den wichtigen großen Verkehrslinien nimmt man Eisendraht von 5 bis 5,5 Millim. Dicke (27 Centner auf 1 Meile); die anglo-indische Linie hat Draht von 6 Millim. Dicke (33 Centner auf 1 Meile). Nachtheilig ist beim Eisendraht hauptsächlich seine Fähigkeit zu rosten; zum Schutz dagegen wird derselbe entweder recht gleichmäßig und zusammenhängend verzinkt (2 1/2 bis 3 Thlr. für 1 Centner) oder nach dem Aufspannen mit Asphaltlack angestrichen (für 1 Centner etwa 1/2 Thlr.), welcher Ueberzug jedoch in einigen Jahren wieder erneuert werden muß. Jetzt taucht man gewöhnlich den Draht nach dem letzten Ausglühen noch heiß in Leinöl ein.

221. Wie werden die einzelnen Dahtadern zusammengefügt?

Der Kupferdraht wird mit seinen Enden zusammengedreht und mit hartem oder weichem Loth gelöthet; ersteres ist zwar dauerhafter, doch wird beim Hartlöthen der Kupferdraht zu

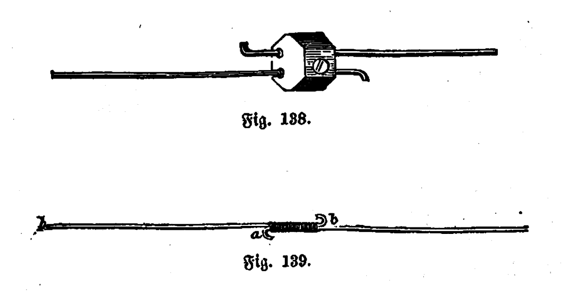


Fig. 138.

Fig. 139.

sehr erhitzt und erweicht, daß er nachher neben den Löthstellen leicht reißt. Anstatt des Löthens verbindet man an einigen Orten auch die Kupferdrahtenden einfach mit Metallklemmen, wie Fig. 138 zeigt, oder man biegt die Drahtenden a und b, Fig. 139 um und umwickelt sie dicht mit feinem Kupfer- oder

Messing-Draht. Sehr zweckmäßig sind die in Figur 140 in natürlicher Größe abgebildeten Klemmen, bei welchen zwei an je einem Ende zu einer Oese umgebogene Messingdrahtstücke SS am anderen Ende mit Schraubengewinden versehen sind

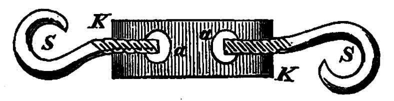


Fig. 140.

und in den (in Fig. 140 als durchschnitten gedachten) Messingmuff KK eingeschraubt werden, bis sie auf den in die Löcher aa (winkelrecht zu SS) einzusteckenden Leitungsdraht stoßen und denselben festklemmen. Beim Lüften der Schrauben SS läßt sich die Verbindung leicht wieder lösen.

Die Eisendrahtadern werden zuerst bis zu einer Länge von 1200 Fuß zusammengeschweißt und dann entweder mit verzahnten Enden und übergeschobenen Messingmuffen oder bei übergelegten Enden und darüber gewundenem Messingdraht hart oder weich verlöthet. Sehr vortheilhaft ist die in Fig. 141 abgebildete Verbindung, bei welcher die Eisendrahtenden bei



Fig. 141.

m einfach um einander geschlungen und zu beiden Seiten mehrmals umwickelt sind; über die ganze Verbindung läuft noch ein bei c und c mehrfach um den Eisendraht gewickelter Kupferdraht in einigen Schraubenwindungen. Dem Zusammenschweißen der einzelnen kurzen Drahtadern zieht man das Zusammenlöthen in der Regel vor, weil es sicherer zum Ziele führt und leichter auszuführen ist. Die Löthstellen aber werden noch mit Diamantfarbe überstrichen.

222. Woraus bestehen die Unterstützungen für den Draht?

Der Draht liegt in der Regel auf hölzernen Tragsäulen, die bei Anwendung von Kupferdraht 25 bis 55 Meter, bei Eisendraht 30 bis 80 Meter auseinanderstehen und je nach dem Gewicht und der Zahl der daran aufzuhängenden Drähte verschiedene Stärke und Höhe haben. Die obere Stärke ist gewöhnlich 15 Centim., steigt aber in besonderen Fällen bis 24 Centim.; die Höhe schwankt zwischen 6,5 und 10 Metern; den untersten Draht spannt man 3,5 Meter, bei Straßenübergängen 5 bis 7 Meter über dem Fußboden, bei Eisenbahnübergängen wohl noch höher. Das obere Säulenende wird entweder einseitig dachförmig abgeschrägt und zum Schutz gegen den Regen mit heißem Theer angestrichen, oder noch besser und daher gewöhnlicher zweiseitig zugeschärft und mit einem an der Unterseite getheerten, ringsum 1½ Centim. über die Säule vorstehenden Stück Dachfilz belegt, welcher nach dem Aufnageln nochmals ganz mit Theer bestrichen wird. Wo viel Drähte an die Säulen gehängt werden, so wie an den Orten, wo sie in starken Krümmungen stehen, ist es wegen des Seitendruckes und der durch Wind erzeugten Schwankungen zweckmäßig, dieselben möglichst stark zu nehmen, in geringen Entfernungen und fest (1¼ bis 2 Meter tief) in den Erdboden oder in Steinkegel einzusetzen, dieselben auch nach Befinden durch Streben zu stützen oder durch ein Drahtseil an einem festen Punkt anzuhängen. Sind Drähte an beiden Seiten der Säulen zu befestigen, so pflegt man sie jetzt nicht mehr paarweise einander in gleicher Höhe gegenüberzustellen, sondern jeden Draht der einen Seite der Höhe nach in die Mitte zwischen je zwei Drähte der anderen Seite; so lassen sich die Drähte besser befestigen und übersehen, und es sind weniger Berührungen und Verschlingungen derselben zu befürchten (vergl. auch Fig. 142, S. 279). Zwei übereinanderliegende Drähte erhalten 45 Centim. Abstand von einander. Als Schutz gegen die Fäulniß wurden früher die Säulen, so weit sie in die Erde zu stehen kamen, unten verkohlt und mit einer Mischung von Asphalt und Steinkohlentheer bestrichen. Da dies jedoch gegen die Fäulniß von innen nicht

schützt, so werden die Säulen neuerlich häufig mit Kupfervitriol oder Zinkchlorid, sehr vortheilhaft aber mit kreosothaltigen Gastheerölen imprägnirt, oder auch in eiserne Schuhe gesteckt. Bei uns ist die durchschnittliche Dauer der nichtimprägnirten Säulen fünf Jahre.

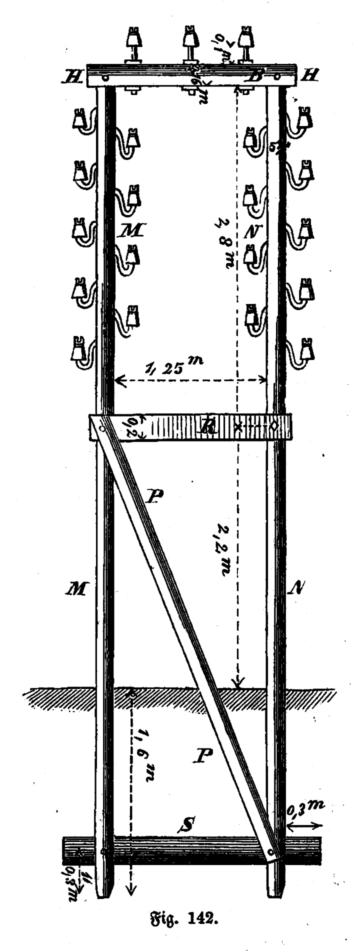


Fig. 142.

Da das Auswechseln der hölzernen Telegraphensäulen und das Umlegen der Leitungen kostspielig und für den Telegraphenbetrieb störend ist, so hat man wiederholt Versuche mit Säulen aus Stein oder aus Stein und Eisen gemacht. So wurden an der Eisenbahn von Weißenfels nach Gera in 1,8 Meter lange, 20 Centim. im Quadrat starke Sandsteinsockel 1,8 Meter lange, 3 1/2 Centim. starke schmiedeeiserne Röhren eingelassen und mit Blei vergossen; bei Wegübergängen im Niveau waren die Sockel 2,8 Meter lang, 25 Centim. im Quadrat stark, die Röhren 3,7 Meter lang. In der Schweiz verwendet man viel conisch gewalzte eiserne Röhren oder auch wie mehrfach in Sachsen

(auf Brücken und in felsigem Boden) gewalzte eiserne Säulen von kreuzförmigen (+) Querschnitt. Für die Indo-Europäische Linie setzte Siemens (in Rußland zur Hälfte, in Persien ausschließlich) 3,6 Meter lange, conische schmiedeeiserne Röhren in hohle, 2,1 Meter lange und 0,75 Meter in den Boden versenkte gußeiserne Sockel ein, an welche unten eine quadratische Fußplatte aus Eisenblech angeschraubt war. Auch alte Eisenbahnschienen hat man als Träger zu verwerthen gesucht. Die an Häusern, Brückengeländern u. s. w. zu befestigenden Leitungen legt man auf schmiedeeiserne Mauerbügel, von verschiedener Form und Befestigungsweise.

Will man bei an Eisenbahnen hinlaufenden Telegraphenleitungen mit vielen Drähten den Betrieb der Bahn und der Telegraphen möglichst gegen Störungen sichern, so verwendet man sogenannte Doppelständer. Dieselben bestehen aus zwei 6,57 Meter langen Stangen M und N (Fig. 142, S. 279), welche in 1,25 Meter Entfernung von einander senkrecht eingegraben und sowohl oben durch den Holm H, wie in der Mitte durch den Riegel R und unten durch die runde Schwelle S mit einander verbunden, außerdem aber noch durch eine diagonale Strebe P versteift werden. Beim Auflegen der Drähte auf die acht inneren Isolatoren wird der Holm H abgenommen. Ein solches Doppelgestänge hat sich längs der Berlin-Potsdam-Magdeburger Eisenbahn auf der Strecke zwischen Berlin und Potsdam trefflich bewährt, obgleich dasselbe mit den Leitungen von zehn Bundes- und drei Eisenbahn-Telegraphen belastet ist. Neuerdings ist von Seiten der norddeutschen Telegraphenverwaltung die successive Herstellung von Doppelgestängen auf allen Linien angeordnet worden, welche eine größere Anzahl von Leitungen zu tragen haben.

223. Auf welche Weise wird der Draht gegen die Säulen und die Erde isolirt erhalten?

Die Isolirung des Drahtes wird auf sehr verschiedene Weise erstrebt. Bei jeder guten Isolirung soll der zwischen dem Drahte und der Säule befindliche isolirende Körper bei jeder

Witterung ganz oder zum größten Theil trocken bleiben. Die Glockenform ist daher für Isolatoren die zweckmäßigste; im Uebrigen aber zeigen die Isolatoren eine ungeheure Mannigfaltigkeit.

In Fig. 143 ist eine Säule mit Isolator für Kupferdraht von der in Oesterreich üblich gewesenen Form abgebildet. Die

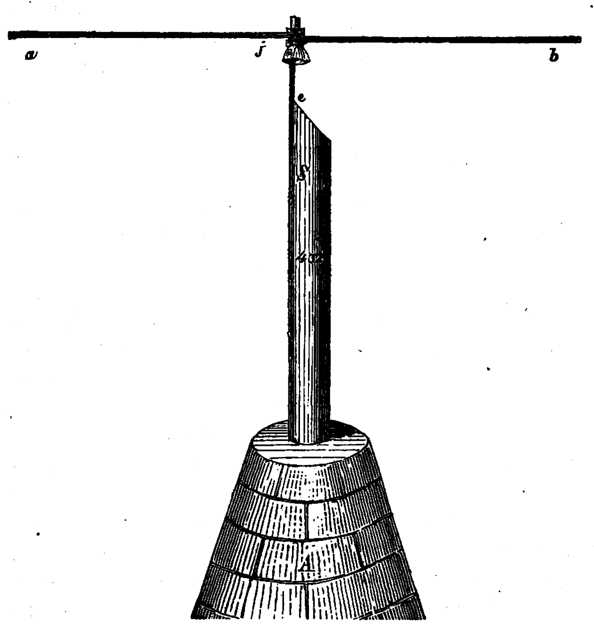
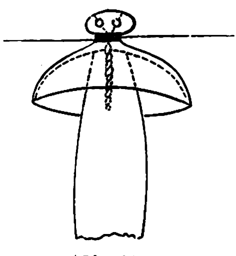


Fig. 143.

Tragsäule S ist in dem Steinkegel A befestigt; den glockenförmigen Isolator j von Glas trägt ein an die Säule S angeschraubter Eisenstab e; der Leitungsdraht a b wird 3 bis 4 Mal um den Hals des Isolators geschlungen, so daß er die entsprechende Durchsenkung oder Pfeilhöhe mit Rücksicht auf die Spannweite und die Temperatur erhält.

Eine andere Form von gläsernen Isolirglocken für Kupferdrahtleitungen zeigt Fig. 144. Die Glasglocke wird mittels einer Holzschraube auf die etwas zugespitzte Säule oben aufgeschraubt und der Kopf dieser Schraube mit Oelkitt verkittet, damit der Strom bei feuchter Witterung nicht durch diese Schraube in die Stange und zur Erde gelangen kann. Der Draht wird hier ebenfalls mehrere Male um den oberen Knopf der Glocke herumgeschlungen.


Fig. 144.

Die Isolatoren für Eisendraht müssen stärker sein und aus festerem Material bestehen; sie sind gewöhnlich von Porzellan, Steingut oder gebranntem Thon, zum Theil in Verbindung mit Eisen. Figur 145 zeigt zwei an den preußischen und sächsischen Staatstelegraphenleitungen verwendete Isolatoren. Die theils oben, theils seitlich an den Säulen sitzenden Glocken aus Porzellan wurden mit Schwefel oder Gips (letzterer z. Th. mit Eisenfeilspänen gemengt) auf einen Eisenstab aufgekittet, welcher für die oberen Kopfträger in einer mit drei oder vier Schrauben auf der Säule befestigten gußeisernen Haube h festsitzt, während die gebogenen Träger t der Seitenglocken durch zwei Schrauben und durch ein ebenfalls mit zwei Schrauben versehenes Querband n an der Säule befestigt werden. Der Eisendraht liegt oben auf der Glocke in einer Rinne und ist durch den um den Hals der Glocke geschlungenen Bindedraht befestigt. Da diese Glocken jedoch häufig abgesprengt wurden, so machte man dieselben später stärker oder versah sie mit einer gußeisernen Haube.

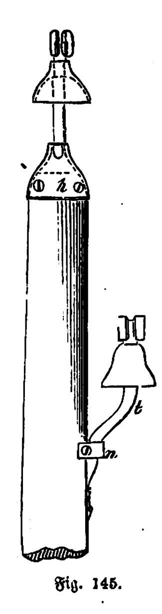


Fig. 145.

Auch der in Fig. 146 abgebildete thönerne Isolirkopf ist für Eisendrahtleitungen bestimmt. Der Thonkopf hat oben einen Sattel und darunter ein Loch; er wird auf die zu einem Zapfen zugeschnittene Säule aufgesetzt. Der Leitungsdraht, welcher

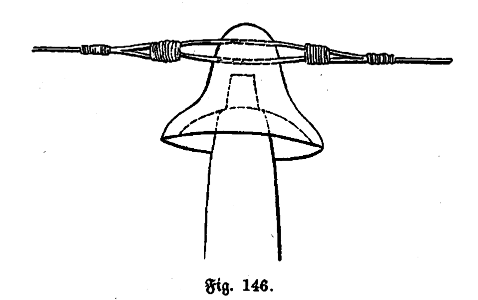


Fig. 146.

oben im Sattel liegt, ist mit einem durch das Loch gesteckten Stück Draht mittels dünneren Bindedrahtes fest verbunden.

In England hat man Isolatoren der verschiedenartigsten Form angewendet; bei sehr vielen Linien war aber längere Zeit die aus Fig. 147 ersichtliche Form in Gebrauch. Der eigentliche

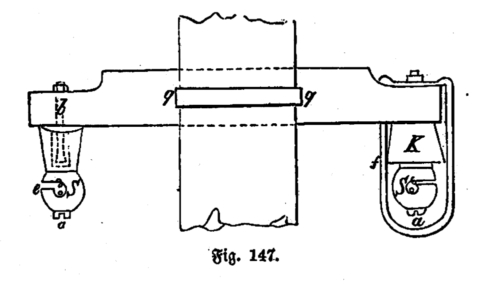


Fig. 147.

Isolirkopf besteht aus dem Körper S von gemeinem grauen Steinzeug und ist äußerlich nur mit Salzglasur überzogen. Der untere, kugelförmige Theil desselben ist zur Aufnahme des Leitungsdrahtes d einen halben Zoll weit durchbohrt. Durch

den Schlitz e wird der Draht d eingelegt. In den oberen, umgekehrt kegelförmigen Theil (in Fig. 147 links) ist ein eiserner Bolzen b eingegossen, durch welchen die Köpfe an den hölzernen Querarmen der Telegraphenpfähle befestigt werden. Diesen oberen Theil des Isolirkopfes überdeckt eine Kapsel K von schwachem Zinkblech (in der Figur rechts), durch welche der Bolzen b hindurchgesteckt ist. Ehe diese Blechkappe übergesteckt wird, wird die obere Fläche des steinernen Kopfes, welche zu dem Zwecke, wie in der Figur links punktirt angedeutet, etwas trichterförmig gestaltet ist, mit dickem Mennigekitt überstrichen, damit zwischen dem Bolzen b und der Kappe keine Nässe durchdringen kann. Die Telegraphensäulen tragen abwechselnd an zwei gegenüberliegenden Seiten die Querhölzer q aus hartem Holze, welche durch ein Eisenband und zwei Schrauben an die Säulen befestigt und mit Oelfarbe angestrichen sind. Nach Befestigung der Isolatoren an den Säulen wird der verzinkte Leitungsdraht aufgelegt und an jedem Kopfe mit schwachem verzinkten Bindedrahte, welcher in die Nuth a am untersten Theile des Kopfes gelegt wird, umwunden und festgehalten.

In Krümmungen der Eisenbahnen, an welchen eine Leitung hinläuft, würden beim Bruche eines oder mehrerer Isolirköpfe die Drähte in das Fahrgeleise hereinhängen und den Bahnbetrieb gefährden, durch ihre gegenseitige Berührung aber auch das Telegraphiren stören; dort werden daher an die Querarme der Telegraphensäulen sogenannte Fangbügel f f mit den Isolirköpfen gleichzeitig angeschraubt, aus welchen der Draht nicht herausfallen kann. Ein vollständiger Isolator mit allem Zubehör kostet in England nicht mehr als 4 Sgr. 1 Pf.

An einigen Orten, z. B. in Schweden, hat man Isolirköpfe von Guttapercha (vergl. Fr. 228) verwendet; dieselben haben jedoch keine lange Dauer, da die Guttapercha an der Luft bald spröde und brüchig wird.

Um die Isolirglocken gegen Beschädigungen möglichst zu schützen, umgiebt man dieselben in vielen Staaten mit gußeisernen Glocken und kittet sie darin mittels Schwefel fest, so z. B. an preußischen, hannöverschen, oldenburgischen, mecklenburgischen,

dänischen, russischen, türkischen, österreichischen und amerikanischen Linien. Solche Glocken sind in Fig. 148 bis 151 abgebildet, und zwar stellt Fig. 150 im Durchschnitt und Fig. 151 im Grundriß einen sogenannten Spannkopf vor, welcher etwa an jeder zehnten Säule angebracht wird, um daran den Leitungsdraht einzuklemmen; bei den gewöhnlichen Isolatoren

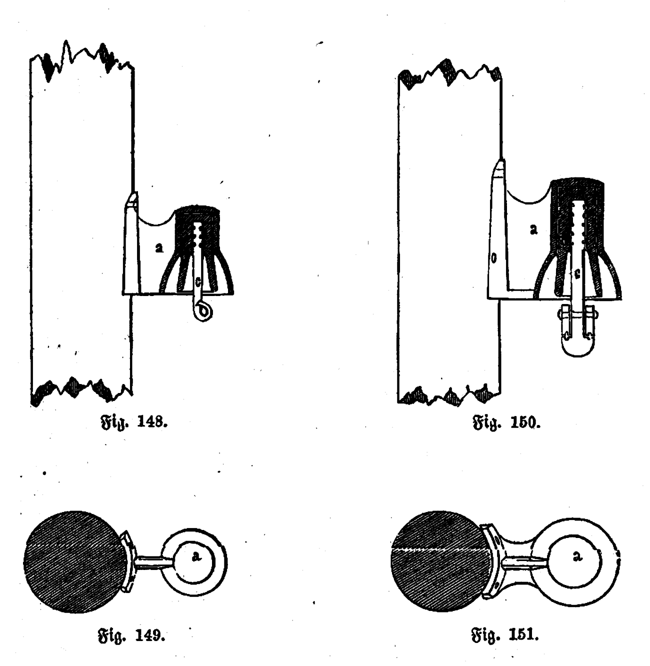


Fig. 148. Fig. 150.

Fig. 149. Fig. 151.

für die Zwischensäulen (Fig. 148 und 149) wird der Leitungsdraht nur in den Eisenstab c eingehängt. a bezeichnet die gußeiserne, b die Porzellanglocke; anstatt letzterer nahm David Brooks in Philadelphia eine mit dem Halse nach unten gerichtete Flasche von grünem Glas, welches dem Ansetzen von Wasser noch besser widersteht. Bei diesen Isolatoren ist die

Porzellanglocke möglichst lang und von geringem Durchmesser gewählt, damit, wenn sich Feuchtigkeit darin ansetzt, die lange und dünne Feuchtigkeitschicht dem Uebergange des elektrischen Stromes vom Eisenstabe c oder dem Leitungsdrahte zur Eisenglocke einen möglichst großen Widerstand entgegensetze. Die älteren Isolatoren dieser Art hatten nur kurze Porzellanhülsen und wurden beseitigt, weil bei feuchter Witterung eine ziemlich bedeutende Ableitung des Stromes von den Leitungen zur Erde, oder, was das Telegraphiren namentlich stört, von einer Leitung zur anderen stattfand. In Preußen bemühte man sich, den ohne Eisenglocken verwendeten Porzellanglocken eine solche Form zu geben, daß bei feuchter und nebeliger Witterung der Uebergang des Stromes von der Leitung zur Säule u. s. w. möglichst gehindert wird. Eine zu diesem Zwecke niedergesetzte Commission empfahl cylindrische Porzellanglocken von etwa 15 Centim. Länge und 5 Centim. Durchmesser, während von dem Telegraphendirector von Chauvin Porzellan-Doppelglocken nach der Form Fig. 152 in Vorschlag und Anwendung gebracht wurden; dieselben bieten dem Stromübergange vom Drahte zur Säule einen verhältnißmäßig langen und schmalen Weg, demnach viel Widerstand dar; auch schlägt sich in der inneren Glocke beim Wechsel der Temperatur nicht so schnell Feuchtigkeit nieder, wie bei einfachen Glocken. Seit 1867 wurden diese Doppelglocken auch auf allen Linien der norddeutschen Telegraphenverwaltung eingeführt.

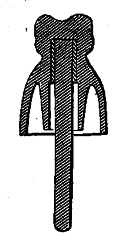


Fig. 152.

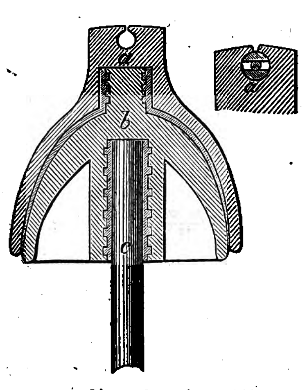


Fig. 153 und 154.

Eine andere Isolirglocke ist in Fig. 153 (S. 286) abgebildet; die Porzellanglocke b ist in der gußeisernen Glocke a festgekittet, und wird mittels der schmiedeeisernen Stütze c an der Säule befestigt; der Draht liegt in der Rinne der Glocke a und wird etwa bei jeder siebenten Säule durch Eintreiben zweier Keile gehörig festgespannt, wie es Fig. 154 (S. 286) in etwas größerem Maßstabe zeigt.

In England finden in neuerer Zeit ebenfalls Doppelglocken häufig Anwendung. Man überzieht daselbst den inneren Eisenstab noch mit einer Kautschukmasse, wodurch die Isolationsfähigkeit noch erhöht wird. Bei Isolatoren mit eiserner Schutzglocke hat man die innere Porzellanhülse auch durch Horngummi (Ebonit, 2 bis 3 Theile Schwefel auf 5 Theile Kautschuk) ersetzt, welche große Haltbarkeit und Dauer verspricht. Eben so hat man Isolatoren aus bloßem Ebonit oder aus mit Ebonit überzogenen Eisenstäben hergestellt.

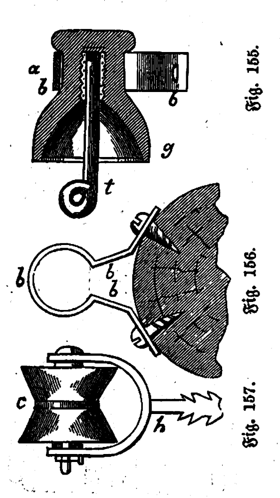


Fig. 155. Fig. 156. Fig. 157.

Eine sehr zweckmäßige (belgische) Befestigung der Isolatoren zeigen Fig. 155 und 156. Der Eisenbügel b b wird durch zwei Holzschrauben an der Holzsäule befestigt, und trägt in seinem Halse die Isolirglocke g, in welche der eiserne Träger t eingekittet ist. Bei einer anderen, ebenfalls belgischen Vorrichtung hat der Isolator die Form eines Doppelkegels c (Fig. 157), um welchen der Leitungsdraht sich herumwickeln läßt; es kann aber auch der Draht durch ein Loch in c hindurchgesteckt werden. Der Bügel h endet in eine aufgehauene Klaue, mit welcher der Isolator in Mauerwerk befestigt und vergossen wird.

224. Wozu dienen die Spannvorrichtungen?

Werden die Drähte blos lose in die Isolatoren eingelegt, so können sie sich in ihnen verschieben, zu schlaff herabhängen, sich noch mehr dehnen und werden dann leicht einander berühren und so das Telegraphiren stören. Deßhalb muß man bei Linien mit mehreren Drähten besondere Spannvorrichtungen anbringen. Die Spannköpfe, welche etwas größer als die gewöhnlichen Isolatoren sind, wurden schon auf S. 285 erwähnt. Soll eine wirkliche Spannung, namentlich Nachspannung zu schlaff gewordener Drähte, möglich sein, so dürfen die Drähte nicht um die gewöhnlichen Isolatoren herumgewickelt, sondern blos aufgelegt werden, so daß sie sich verschieben

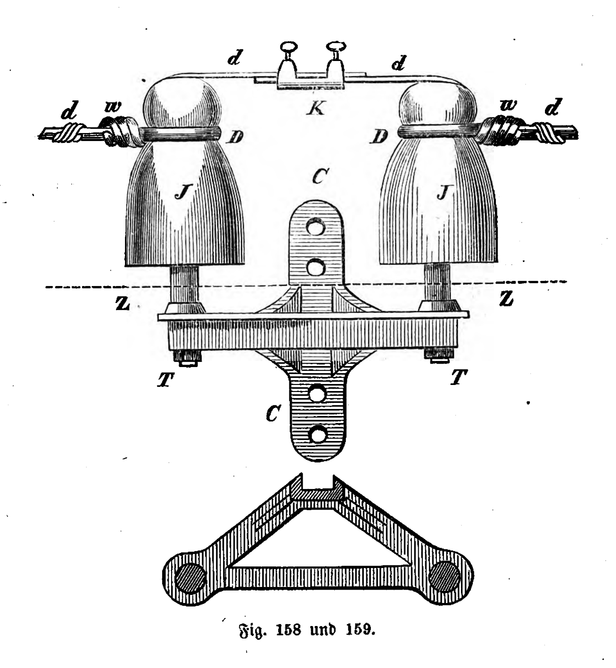


Fig. 158 und 159.

können; dagegen muß der Spannisolator einen beweglichen Theil enthalten, mittels dessen der damit verbundene Draht angespannt werden kann. Sehr einfach läßt sich dies bei dem in Fig. 157 abgebildeten Isolator bewerkstelligen, wenn man an dem den Draht aufnehmenden Doppelkegel c einen Sperrkegel anbringt, welcher sich in ein an dem Bügel h festsitzendes Sperrrad einlegt.

225. Wie sind die Doppelisolatoren für Untersuchungsstellen beschaffen?

Für Untersuchungsstellen bringt man Doppelisolatoren auf Consolen aus schmiedbarem Gußeisen an; Fig. 158 zeigt davon die Vorderansicht und Fig. 159 einen Schnitt nach der Linie ZZ. Die Leitung D ist von beiden Seiten her in einer Schleife mit Würgelöthstellen w um den Hals des betreffenden mit seinem Träger T auf der Console C aufgeschraubten Isolators J befestigt. Zwei Enden von verzinktem Eisendraht d d von 2 Millim. Dicke werden um den Leitungsdraht gewunden und mit ihm verlöthet, die freien Enden aber in einer Doppelklemme K befestigt, so daß für die Untersuchung die Leitung an dieser Stelle leicht auseinandergenommen werden kann. Solche Doppelconsolen sind auch für Schleifenleitungen an den Stellen zu benutzen, wo dieselben von der Hauptleitung abzweigen.

226. Wie werden die Drähte in die Stationen eingeführt?

In die nach der Straße hin gelegene Wand der Stationszimmer werden Löcher gemeißelt und in diese Ebonitröhren eingelegt, über deren nach außen gerichtetes Ende eine nach abwärts gekehrte Glocke aufgeschraubt wird. Jeder Draht erhält seine Röhre für sich. Die oberirdische Leitung endet an einem Isolator unterhalb der Röhre und an dieses Ende des Leitungsdrahtes wird ein mit Guttapercha überzogener Draht angeknüpft und durch die Glocke und die Röhre in das Zimmer eingeführt.

227. Was sind Nebenschließungen?

Nebenschließungen hat eine Telegraphenleitung, wenn sie dem elektrischen Strome gestattet, entweder durch Berührung

zweier Drähte oder durch leitende Verbindungen mit der Erde sich in Zweigströme zu theilen, welche (auf kürzerem Wege) zur Batterie zurückgelangen, ohne die Endstation zu erreichen. Wenn wir uns z. B. in Fig. 160 die zwischen den beiden Leitungen c d und e f vorhandenen Nebenschließungen g, h und k

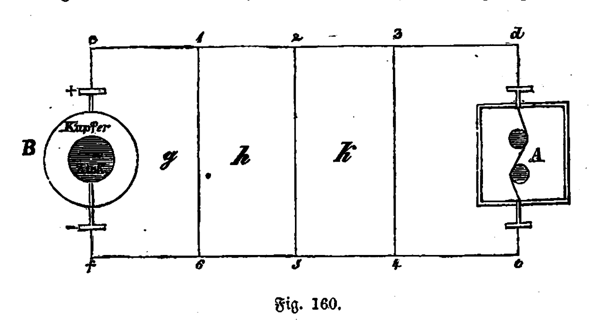


Fig. 160.

wegdenken, so muß der Strom der Batterie in B ungetheilt vom + Pol durch c d nach der Empfangsstation gehen daselbst, durch den Apparat und in e f zum — Pole der Batterie zurückkehren. Berührt dagegen die Nebenleitung k den Draht c d bei 3 und den Draht e f bei 4, so wird der Strom der Batterie zum Theil einen kürzeren Weg, nämlich +, c, 3, k, 4, f, —, einschlagen, obwohl auch noch ein Stromzweig durch d A e geht. Sind aber mehrere solche Nebenschließungen, z. B. g, h, k, vorhanden, so gelangt nur ein sehr schwacher Strom bis A; denn der Strom wird sich theilen und seinen Weg größtentheils über +, c, 1, g, 6, f, —, theils auch über +, e, 2, h, 5, f, — und über +, c, 3, k, 4, f, — nehmen.

An schadhaften Stellen einer unterirdischen oder unterseeischen Leitung entstehen ebenfalls Nebenschließungen.

228. Welche Einrichtung gaben Siemens, Halske und Lewert dem Galvanoskop zur Untersuchung der Leitungen?

Mittels eines Galvanoskops kann der Linienwärter sich jederzeit überzeugen, ob die Leitung in Ordnung ist, ob sie

arbeitet oder nicht, und nach welcher Seite hin betreffenden Falls eine Unterbrechung zu suchen ist. Für diese Untersuchungen sind zunächst bestimmte Tageszeiten festgesetzt, zu denen die Stationen ihre Batterien dauernd mit der Leitung zu verbinden haben, sobald eine Leitungsstörung vorhanden ist. Für den vorstehenden Zweck wird gewöhnlich ein Taschengalvanoskop benutzt. Ein solches construirte 1870 der Hofmechanikus C. Lewert ähnlich dem empfindlichen norddeutschen Tischgalvanoskop für Communal-Telegraphenstationen; die Enden der kurzen Nadel sind etwas nach unten gebogen, um die Pole mehr in den Bereich der Windungen zu bringen und den Schwerpunkt tiefer zu legen; die Nadel sitzt auf einer horizontalen Achse und trägt einen längeren Zeiger, welcher auf einem Gradbogen spielt; sie befindet sich in einem kreisförmigen Gehäuse, dessen Vorderwand von Glas ist; um sie gegen Beschädigung unterwegs zu schützen, ist sie mit einer Arretur versehen. Siemens und Halske bauten ein noch empfindlicheres Taschengalvanoskop, welches nicht aufrecht gestellt wird, sondern sich flach auf den Tisch legen läßt. Das 1865 von Siemens und Halske für die russisch-amerikanischen Linien ausgeführte Controlgalvanoskop, dessen Einschaltung Fig. 161 schematisch zeigt, ist ein gewöhnliches Galvanoskop g in einem verschließbaren, durch isolirte Schrauben an einer Wand zu befestigenden Kästchen, dessen untere Deckelhälfte sich nach dem Aufschließen herabklappen läßt. Im Ruhezustande liegen die beiden metallenen Federn h und k an den Contactkegeln p und q an, so daß die Klemmschrauben, in welchen die Leitungen L_1 und L_2 enden, mittels h und k, p und q und des Metallstreifens m kurz leitend verbunden sind, und ein in der Leitung L_1 L_2 vorhandener Strom zum größten Theil diesen kurzen Weg nimmt. Drückt der Wärter den

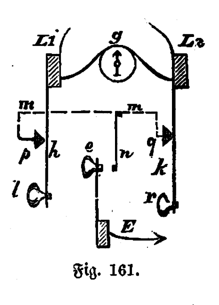


Fig. 161.

Knopf l oder r und entfernt dadurch die Federn h oder r von den Contacten p oder q, so bleibt für den Strom in L_1 L_2 nur noch der Weg durch das Galvanoskop g, und der Wärter ersieht es an dem Nadelausschlag, wenn auf der Leitung telegraphirt wird. Zeigt sich dauernd kein Nadelausschlag, so ist eine Unterbrechung vorauszusetzen, und dann drückt der Wärter gleichzeitig mit dem Knopf l oder r den Knopf e und verbindet dadurch den Streifen m über n mit der Erdleitung E; dadurch sind beide Leitungszweige L_1 und L_2 mit der Erde verbunden, der eine unmittelbar, der andere durch g; wechselt also der Wärter mit dem Niederdrücken der Knöpfe l und r ab, und haben die Stationen ihre Batterien dauernd eingeschaltet, so erhält er von der einen Seite Strom, von der anderen nicht und erfährt so, nach welcher Seite die Linie unterbrochen ist. Schlägt z. B. die Nadel aus, wenn k und e niedergedrückt werden, so ist L_2 in Ordnung und die Unterbrechung liegt in L_1. Gleiches erfahren alle übrigen Leitungswärter.

Stöpselumschalter (vergl. Fr. 244) in solchen Controlgalvanoskopen zu verwenden, ist nicht zu empfehlen, weil durch falsche Stöpselungen leicht Störungen veranlaßt werden könnten.

229. Was versteht man unter einer unterirdischen Leitung?

Eine unterirdische Leitung ist eine solche, welche unter der Erde liegt; damit der Draht nicht in unmittelbare Berührung mit der Erde komme, wird er mit einem isolirenden Material, gewöhnlich mit Guttapercha oder auch mit Asphalt, wasserdicht umgeben. Die unterirdischen Leitungen haben den Vortheil, daß sie den Augen Böswilliger entzogen sind, nicht leicht reißen können, bei Stürmen und bei Frost und Schnee nicht so gefährdet sind, wie die oberirdischen, und daß sie durch Gewitter fast gar keine Störung erleiden.

Im Jahre 1846 begann der damalige preußische Lieutenant Werner Siemens die ersten Versuche, Telegraphendraht mit Guttapercha zu isoliren und in die Erde zu legen. Da die damals erhaltenen Resultate günstig waren, so wurden unter-

irdische Leitungen in Preußen, Sachsen, theilweise in Oesterreich (Ungarn, Lombardei) und anderen Ländern ausgeführt. Diese früheren unterirdischen Leitungen erwiesen sich aber bald als sehr mangelhaft und mußten durch oberirdische ersetzt werden. Jene Mängel lagen wesentlich mit in der unvollkommenen Herstellung der Drähte, indem namentlich der Draht nicht überall concentrisch in der Guttaperchahülle lag und daher an einigen Stellen nur eine sehr dünne Decke hatte, ferner daß die Guttapercha bisweilen verdorben und nicht gehörig gereinigt war, und daß sie durch äußere Einflüsse leicht beschädigt wurde. Um dem ersten Uebelstande zu begegnen, giebt man jetzt den Drähten mehrere Ueberzüge von Guttapercha. Das früher übliche Mischen der Guttapercha mit Schwefel ist längst als nachtheilig erkannt worden. Obgleich die bisher gewonnenen Erfahrungen mit Grund hoffen lassen, daß diese Mängel bei jetzt anzulegenden unterirdischen Leitungen beseitigt werden würden, so erschweren die großen Anlagekosten solcher Leitungen deren Anlage trotz ihrer zu erwartenden großen Vollkommenheit und Dauerhaftigkeit. Mit der Ausführung einer größeren unterirdischen Leitung ist indessen bereits der Anfang gemacht, indem 1871 eine solche zwischen Manchester und Liverpool gelegt wurde.

Mit Guttapercha überzogene Drähte werden übrigens gewöhnlich auch innerhalb der Telegraphenstationen und für unterseeische Leitungen angewendet (vergl. Fr. 236 und 278).

230. Was für ein Stoff ist Guttapercha?

Die Guttapercha ist ein seit 1843 bekannter, dem Kautschuk verwandter, erhärteter Baumsaft, welcher von Wasser gar nicht und von Säuren nur sehr wenig angegriffen wird, bei 30° C. Wärme sich zu erweichen anfängt, bei 70° C. knetbar wird und dann leicht in alle Formen gebracht werden kann. An der Luft und im Lichte aber wird die Guttapercha bröckelig und zerbrechlich; wechselnde Nässe und Trockenheit zerstören sie bald, besonders im Sonnenlichte. Dieselbe ist ein vorzüglicher Nichtleiter für Elektricität. Ihr Isolationsvermögen wächst mit dem Drucke und ist nach C. W. Siemens bei 300 Atmosphären

3mal so groß als bei gewöhnlichem Druck. Ihr Leitungsvermögen wächst mit der Temperatur und ist bei 24° C. etwa 14mal so groß als bei 0°.

231. Wie überzieht man Draht mit Guttapercha oder Kautschuk?

Die rohen Guttapercha-Blöcke werden kleingeraspelt und in heißem Wasser eingeweicht, wobei sich Sand und andere fremdartige Beimischungen zu Boden setzen. Dann wird die Masse zwischen Rauhwalzen kleingerissen, durch heiße Eisenkerne erwärmt und dünn ausgewalzt, wodurch die Unreinigkeiten vollends entfernt werden. Man läßt die Masse so lange unter beständigem Zusammenschlagen durch die Walzen gehen, bis sie ein chocoladebraunes, ganz gleichmäßiges Ansehen hat, und bringt sie dann, durch Wärme gehörig erweicht, in den zum Umpressen der Drähte bestimmten Apparat. Ein älterer, aber einfacher derartiger Apparat besteht aus einem starken $2,_5$ Meter langen und $0,_2$ Meter weiten eisernen, horizontal liegenden, durch Dampf erwärmten Cylinder, in welchen ein Kolben mittels einer Schraube (durch Dampfkraft) langsam eingedrückt wird. An dem vorderen Theile des Cylinders ist ein sehr massiver Kopf, mit den zur Durchführung der zu umpressenden Drähte bestimmten Mundstücken. Der zu umpressende Kupferdraht c (Fig. 162) wird von unten durch ein starkes Metallstück d d hindurchgeführt, so daß die Guttapercha, welche durch den Kolben aus dem Innern a des Cylinders durch den conischen Raum b herausgepreßt wird und bei e mit dem Drahte aus dem Mundstücke hervortritt, den Draht sehr fest umschließt. Die Geschwindigkeit des Drahtes beträgt ungefähr $1,_6$ Meter in 1 Minute. Das Einbringen der Masse in den Cylinder muß mit Vorsicht geschehen, um wo möglich alle Luft wegzubringen, weil durch eingeschlossene Luft das Fabrikat geschädigt wird. Die umpreßten Drähte werden oben, nachdem sie durch nasse Schwämme und Tuchlitzen abgekühlt sind, auf einer Haspel aufgewunden. Will man das Umpressen ohne Unterbrechung fortgehen lassen, so ersetzt man den Preßkolben

durch eine festgelagerte Schraube ohne Ende, welche bei ihrer Umdrehung die von der Seite beständig zugeführte Guttapercha stetig nach dem Mundstück hinpreßt.

Mit Kautschuk überzogenen Draht erzeugt man entweder, indem man den Draht mit breiten Kautschukbändern umwickelt

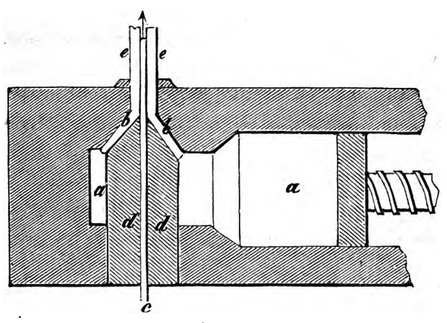


Fig. 162.

in Windungen, die sich zur Hälfte überdecken, und dann den Draht 1/2 Stunde einer Wärme von 100° C. aussetzt, oder indem man den Draht zwischen zwei Kautschukstreifen zwischen zwei Walzen hindurchgehen und zugleich durch zwei Stahlscheiben die seitlich vorstehenden Ränder der Streifen abschneiden läßt, wobei die frischen Schnittflächen fest an einander haften. Da wo der Kautschuk das Kupfer berührt, erweicht er (namentlich der verfälschte) leicht zu einer schmierigen Masse.

232. Wie werden die unterirdischen Leitungen ausgeführt?

Zu unterirdischen Leitungen wird nur Kupferdraht verwendet, da Festigkeitsrücksichten hier nicht maßgebend sind, bei gleichem Leitungsvermögen aber für Kupferdraht auf 1 deutsche Meile etwa $4_{,5}$, für Eisendraht 7 2/3 Ctr. Guttapercha erforderlich sind, von der 1 Ctr. 150 Thlr. kostet, während gleichzeitig der biegsamere Kupferdraht sich leichter und sicherer legen läßt. Unterirdische Leitungen werden $0_{,6}$ bis $0_{,9}$ Meter tief in die Erde gelegt und erhalten in der Regel nur in der Nähe von Bau-

werken oder überhaupt an solchen Stellen, wo eine Beschädigung leicht möglich ist, einen besonderen Schutz durch thönerne (hölzerne) oder eiserne Röhren oder durch Cement. Die Drahtenden werden zusammengelöthet und mit heißer Guttapercha dicht umwickelt.

Die Drahtadern prüft man vor dem Einlegen in die Erde auf ihre Isolation, indem man die zu prüfende Ader an einem Ende mit einer Batterie und einem empfindlichen Galvanometer in Verbindung bringt und in einen Wasserbottich so legt, daß das freie Ende derselben aus dem 24° C. warmen Wasser emporragt und in der Luft isolirt ist, während der andere Pol der Batterie mit dem Wasser im Bottiche in leitender Verbindung steht. Da hierbei die Batterie nicht geschlossen ist, so kann das Galvanometer nur dann eine Ablenkung zeigen, wenn der Guttapercha-Ueberzug irgendwo eine undichte Stelle hat, durch welche hindurch der elektrische Strom nach dem anderen Pole der Batterie gelangen kann. Die undichte Stelle wird dann dadurch ausgemittelt, daß der Draht nach und nach durch das Wasser (oder von [illegible]r gegen die Erde nicht isolirten Trommel auf eine isolirte) [illegible]gen wird; sobald die schadhafte Stelle in das Wasser eintritt, wird die Batterie geschlossen und folglich die Nadel des eingeschalteten Galvanometers abgelenkt. Außerdem ist der Guttaperchadraht noch auf seine Stromfähigkeit zu prüfen, indem man ihn einfach mit einem Galvanometer in den Stromkreis einer Batterie einschaltet.

233. Wie führt man unterirdische Leitungen in Städten aus?

Da die Guttapercha an der Luft nicht von langer Dauer ist, sondern bald spröde und brüchig wird, und da sie durch äußere Einflüsse (namentlich auch durch Leuchtgas oder Eichenholz) leicht zu beschädigen ist, so umgab man, namentlich für Leitungen in Städten, den Guttapercha-Ueberzug noch mit einem Ueberzuge von Blei, wodurch Luft und Feuchtigkeit abgesperrt wird und mechanische Beschädigungen nicht so leicht vorkommen können. Fig. 163 zeigt den Querschnitt eines mit Gutta-



Fig. 163.

percha und Blei umhüllten Kupferdrahtes, wo der innere Kern den Kupferdraht, der darauf folgende Ring die Guttapercha und der äußerste Ring das Blei in natürlicher Größe andeutet. Den Bleiüberzug erzeugt man theils dadurch, daß man in Streifen geschnittenes Blei um die Guttapercha herumdrückt, theils durch Umpressen des mit Guttapercha überzogenen Kupferdrahtes mit Blei mittels einer hydraulischen Presse. Fig. 164 giebt eine Skizze der von Elliot in Berlin ausgeführten Vorrichtung zum Umpressen. A ist ein hohler gußeiserner Cylinder mit 0,3 Met. starker Wand und circa 0,24 Met. lichter Weite, B der durchbohrte Stempel einer hydraulischen Presse, C ein hohler Cylinder, welcher mittels der Führungsstangen a a gleichzeitig mit dem Stempel der hydraulischen Presse gehoben wird. Das in dem Raume D befindliche Blei preßt sich um den mit Guttapercha umgebenen Draht, welcher letztere durch den Cylinder C und dann mit der Bleihülle durch die Höhlung des Stempels B geführt wird und bei d austritt. Diese mit Blei umhüllten Drähte legt man entweder ohne weiteren Schutz in die Erde oder in stumpf zusammenstoßende, mit Decken versehene Thonkapseln.

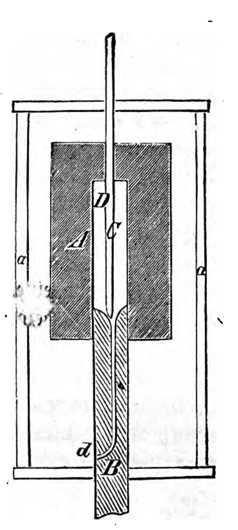


Fig. 164.

In einigen Städten hat man die mit Guttapercha umgebenen Drähte zwischen Ziegeln in Cement, in anderen in Asphaltröhren gelegt.

In Berlin sind die Staatstelegraphen-Leitungen, blos mit Guttapercha umhüllt, in gußeiserne Röhren eingelegt und in Entfernungen von circa 60 Met. aufwärtsgehende, bis an das Straßenpflaster reichende eiserne Ständer (Untersuchungsbrunnen) angebracht worden, wo die in Klemmen eingesteckten

Drahtenden leicht erlangt werden können. Bei vorkommenden Untersuchungen werden die durch zwei aufgeschraubte Deckel verschlossenen Ständer geöffnet und die Drähte von einem Ständer bis zum anderen geprüft. Findet sich dabei ein unbrauchbarer Draht, so wird derselbe heraus- und mittels desselben zugleich ein anderer eingezogen, so daß ein Herausnehmen der Röhren niemals nothwendig wird. Die eisernen Röhren sind nach den Ständern hin etwas geneigt, so daß sich etwa eingedrungene Nässe in jenen nicht aufhält, vielmehr von den Ständern aus entfernt werden kann. Selbst in den Röhren verderben die Guttaperchadrähte (in Berlin in acht Jahren); daher verwendet man jetzt nicht mehr einzelne Drähte, sondern legt nur Taue (Kabel) mit drei und mehr Leitungsdrähten, mit getheertem Hanf umwickelt und mit einer weitern Schutzhülle versehen (vergl. Fr. 236), in die Röhren.

In Brüssel wurden 1866 Taue, welche sieben Guttapercha-Drähte in einer getheerten Hanfhülle, worüber noch ein getheertes Leinwandband gewickelt ist, enthielten, in geschlitzte gußeiserne Röhren gelegt.

In Paris stellte man unterirdische Leitungen dadurch her, daß man Kupferdrähte in ausgehobenen Gräben ausspannte und sie durch Umgießen mit heißer Asphaltmasse gegen einander und den Erdboden isolirte. Die neuesten Pariser Stadtleitungen befinden sich in den unterirdischen Abzugscanälen. Die mit Guttapercha bekleideten Leitungsdrähte sind zu je drei, fünf oder sieben durch Umwickelung mit getheertem Bande in Taue vereinigt und diese noch mit einer 2 Millimeter starken Bleihülle versehen. Die Taue werden in Haken von galvanisirtem Eisen gelegt, welche in Abständen von je 80 Centimetern von einander im oberen Theile des Gewölbes 2 Meter über dem Trottoir des Abzugscanales befestigt sind.

In München sind im Jahre 1857 als unterirdische Stadtleitungen zwei mit Eisendrähten umwundene Telegraphentaue mit je acht Leitungen gelegt worden (s. Fr. 236).

234. Wie werden Tunnel-Leitungen oder andere unterirdische mit oberirdischen Leitungen vereinigt?

Bei der früher gebräuchlichen Art des Aufhängens der Tunnelkabel an den Tunnelwänden, ohne irgend welchen Schutz, wurde die Guttapercha durch Fackeln, welche bei den Eisenbahn-Arbeiten den Kabeln zu nahe gebracht wurden, an einzelnen Stellen geschmolzen, oder die Kabel beim Abschlagen der in feuchten Tunneln sich im Winter bildenden Eiszapfen durch die damit beauftragten Wärter verletzt. Um die Kabel gegen derartige Beschädigungen zu sichern, werden jetzt hölzerne Rinnen in einer Höhe von 1,5 Meter über dem Boden an den Tunnelwänden mittels Bankeisen oder dergleichen befestigt und in diese Rinnen die Kabel, gut asphaltirt, eingelegt und mit Holzasche oder Lehm eingepackt. Die Rinnen sind aus 3 Centim. starken kiefernen, womöglich imprägnirten Latten hergestellt und mit Deckeln versehen, und werden zweckmäßig in Theilen von etwa 4 Meter Länge angefertigt, welche durch auf den Stoßenden untergenagelte Lattenstücke von 0,3 Meter Länge zu einem fortlaufenden Ganzen verbunden werden. Die Rückwände der Rinnen sind höher als die Vorderwände zu halten, um den über die Rinne übergreifenden Deckeln eine abfallende Lage zu geben. An den Tunnelhäuptern werden die Rinnen in die Höhe geführt und endigen in hölzernen Kästen, in welchen die Kabelleitungen mit den durch Ebonitröhren (vgl. Fr. 226) aus dem Kasten nach den Stangenleitungen führenden mit getheertem Hanfgarn umsponnenen Guttaperchadrähten verbunden werden. In den früher gebräuchlichen gußeisernen sogenannten Ueberführungssäulen ist als Folge des die Wärme gut leitenden Materials die Guttapercha der Kabelleitungen einem schnellen Verderben ausgesetzt. Die Ueberführungssäulen werden daher gegenwärtig überall aus Holz gemacht.

235. Wie findet man schadhafte Stellen unterirdischer Leitungen?

Wenn die Leitung gänzlich zerrissen ist und die Enden nicht mit der feuchten Erde in Berührung sind, so geht gar kein Strom durch die Leitung, was das Galvanometer anzeigt;

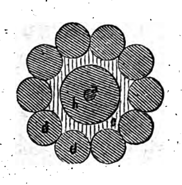
dann kann man die Fehlerstelle finden, wenn man an einer Endstation eine Batterie zwischen der Leitung und der Erde einschaltet, und an verschiedenen Stellen der Leitung eine mit einem Drahte verbundene Nadel durch die Guttapercha bis an den Kupferdraht einsticht. Ist nun die Unterbrechung nicht nach jener Station hin, sondern weiter davon weg zu suchen, so spürt man beim Berühren des Drahtes mit der Zunge, in Folge des durchgehenden Stromes, einen stechenden Geschmack, in entgegengesetztem Falle schmeckt man gar nichts. Auf diese Weise kann man die verletzte Stelle in immer engere Grenzen einschließen und somit auffinden. Die durchstochenen Stellen der Guttapercha werden sofort mit Hülfe einer Spirituslampe wieder zugeschmolzen.

Wenn die Leitung nicht gänzlich unterbrochen, sondern nur der Guttaperchaüberzug verletzt, also eine Nebenschließung (Fr. 227) oder Ableitung vorhanden ist, so wird die zu untersuchende Linie an dem einen Ende isolirt, an dem anderen aber mit dem einen Pole einer Batterie verbunden, deren zweiter Pol durch ein Galvanometer hindurch nach der Erde führt. Erfolgt dabei eine Ablenkung der Nadel des Galvanometers, so ist meist auf eine vorhandene Ableitung zu schließen, weil die schadhafte Stelle wie eine Erdplatte wirkt. Indem nun in der Mitte der beschädigten Linie mit deren beiden Hälften dieselbe Untersuchung vorgenommen wird, erfährt man, auf welcher Hälfte der Fehler zu suchen ist. Durch fortgesetztes Halbiren der mit der Ableitung behafteten Strecke wird jene in immer engere Grenzen eingeschlossen und endlich aufgefunden. Die zerschnittenen Stellen müssen mit Sorgfalt wieder zusammengelöthet und mit Guttapercha dicht umgeben werden.

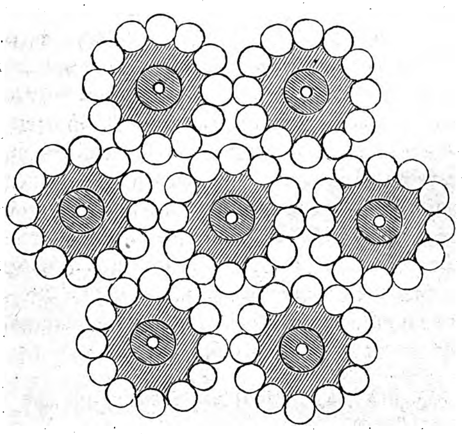
236. Wie sind die unterseeischen (submarinen) und die Fluß-Leitungen beschaffen?

Die Leitungen, welche auf den Grund von Flüssen oder Seen versenkt werden, bestehen aus einem oder mehreren kupfernen Leitungsdrähten, welche mit Guttapercha umgeben und mit getheertem Hanf dicht übersponnen sind; als äußere Schutzhülle

werden gewöhnlich spiralförmig gewundene Eisendrähte oder Drahtseile verwendet, welche nicht nur die Hanflage dicht an die Guttapercha anpressen, sondern auch die so gebildeten Taue (Kabel) vor äußeren Beschädigungen möglichst schützen sollen.


Fig. 165.

Taue für Telegraphenleitungen durch Flüsse schützt man vor Beschädigungen durch Schiffsanker dadurch, daß man sie entweder in die Flußsohle einbaggert, wie in der Elbe bei Pillnitz, oder daß man oberhalb derselben eine gußeiserne Schutzkette quer durch den Fluß legt, wie im Rhein bei Worms. In den Figuren 165 bis 178 sind die Querschnitte mehrerer Telegraphentaue in natürlicher Größe dargestellt. Zwischen Scheveningen (beim Haag) und Orfordneß (England) wurden 1853


Fig. 166.

in einer Länge von 120 englischen Meilen drei Taue (1855 auch noch ein viertes) mit je einem Leitungsdrahte von dem Querschnitte Fig. 165 versenkt; um den kupfernen Leitungs-

draht a liegen die Guttaperchahülle b, die Hanflage c und die eisernen, spiralförmig gewundenen Schutzdrähte d d. In der Nähe der Küste vereinigen sich diese drei Taue zu einem einzigen

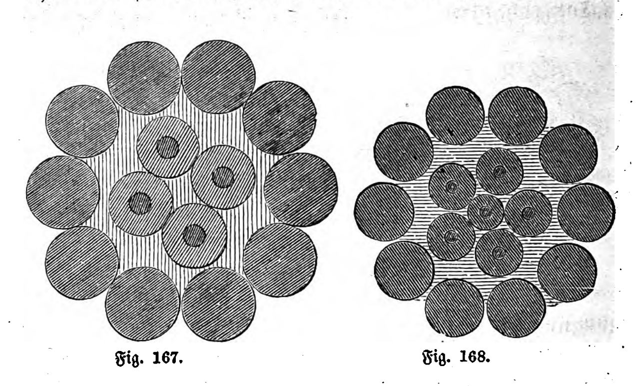


Fig. 167. Fig. 168.

(Fig. 166), mit sieben Leitungsdrähten, von denen vier für den späteren Bedarf berechnet waren. Da diese Taue durch Schiffsanker oft beschädigt (drei von ihnen selbst vor 1861 wieder aufgenommen) wurden, so wurde 1858 etwas nördlicher, zwischen Zandvoort (bei Haarlem) und Dunwich, ein starkes Tau mit vier Leitungsdrähten von dem Querschnitte Fig. 167 gelegt. Das 23 engl. Meilen lange Tau Fig. 168 mit sechs Leitungsdrähten ward zwischen Dover und Ostende, Fig. 169 mit drei Leitungen durch die Elbe bei Pillnitz gelegt. Fig. 170 zeigt den Querschnitt des Mittelstücks des 1857

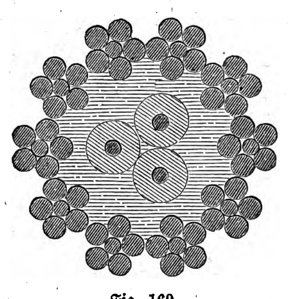


Fig. 169.

zwischen Bona in Algier und Cap Spartivento auf Sardinien versenkten Taues und Fig. 171 den Querschnitt des zugehörigen Küstenendes; beide enthalten vier Leitungsstränge aus je vier

Drähten. Bei dem transatlantischen Kabel (Fig. 172), welches im Jahre 1858 zwischen Irland und Amerika (Neufundland) in einer Länge von 2000 engl. Meilen gelegt wurde, sind (wie bei Fig. 169) die Schutzdrähte durch Drahtseile

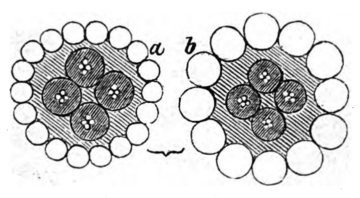


Fig. 170. Fig. 171.

(Litzen) ersetzt, welche beim Reißen eines Drahtes das Abwickeln desselben nicht gestatten und das Tau biegsamer erhalten; sein Leitungsstrang ist aus sieben feinen Kupferdrähten zusammengedreht; sein Küstenende hatte zwölf einfache starke Schutzdrähte. Das transatlantische Kabel von 1865 ist in Fig. 173 (s. S. 304) im Aufriß, in Fig. 174 (s. S. 304) im Querschnitt abgebildet, Fig. 175 (s. S. 304) aber giebt einen Querschnitt des Küstenendes; während das Tiefseetau jenem von 1866 sehr ähnlich ist, erhielt es an den Küstenenden noch eine Hanfdecke und über dieser zwölf spiralförmig um dasselbe gewundene Litzen aus je drei etwa 2,5 Centim. dicken galvanisirten Eisendrähten. Von dem atlantischen Kabel vom Jahre 1866 zeigen Fig. 176 und 177 (s. S. 305) das Tiefseetau in Ansicht und Querschnitt, Fig. 178 (s. S. 305) einen Querschnitt des Uferendes. Der eigentliche Leiter besteht ebenfalls aus sieben zusammengedrehten Kupferdrähten No. 18. Dieser Strang erhielt zunächst einen isolirenden Ueberzug von Chatterton's Mischung (3 Th. Guttapercha, 1 Th. Stockholmer oder Holztheer, 1 Th. Harz); darüber vier Lagen von Guttapercha mit Zwischenlagen von

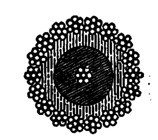


Fig. 172.

Chatterton's Mischung. Diese und ähnliche klebrige Mischungen sollen die Guttaperchaüberzüge unter sich besser verbinden, ihre Poren verschließen und verhüten, daß zwischen dem Leitungsstrang und der Hülle feine Canäle bleiben, in

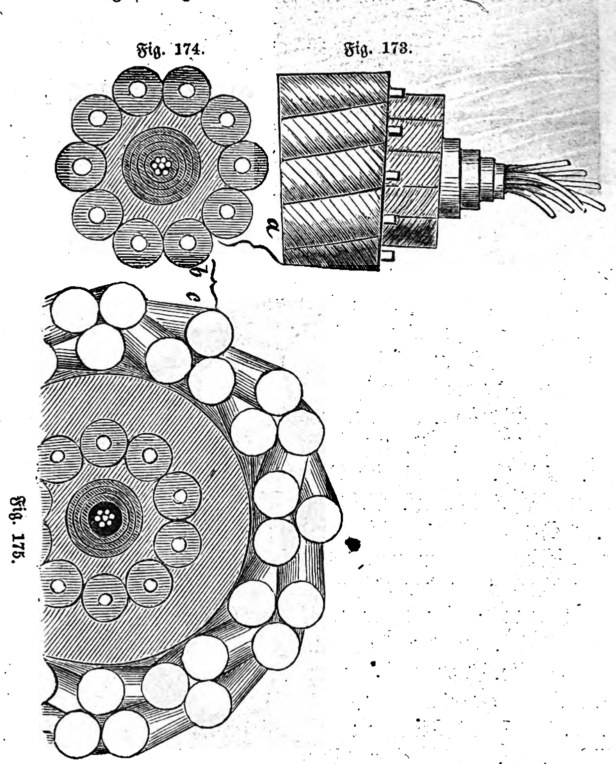


Fig. 174. Fig. 173. Fig. 175.

welche das Wasser eindringen kann. Die Schutzhülle bilden zehn (galvanisirte) Drähte No. 13 aus Webster und Horsfall's homogenem Eisen, deren jeder mit fünf Litzen aus weißem Manillahanfgarn umsponnen ist; diese Drähte

laufen spiralförmig um den in eine Schicht von gewöhnlichem Hanf, der aber mit einer präservirenden Mischung getränkt ist,

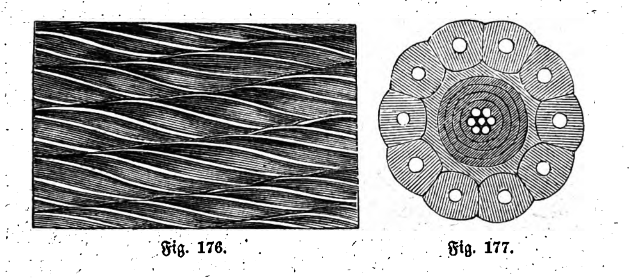


Fig. 176. Fig. 177.

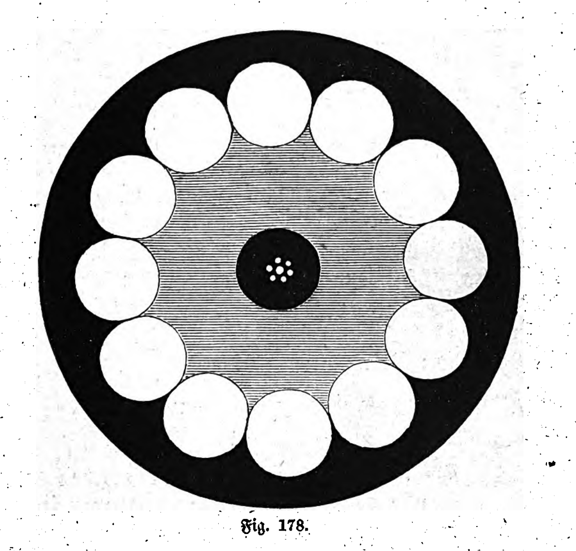


Fig. 178.

eingeschlossenen Kern. Für eine Seemeile wiegt der Kupferstrang 300 Pfd., das Isolationsmittel 400 Pfd., das ganze

Tau in der Luft 31 Ctr., im Wasser $14^3/_4$ Ctr.; seine absolute Festigkeit ist 162 Ctr., also 11mal so groß als das Gewicht von einer Seemeile im Wasser. Die beiden Küstenenden erhielten eine Schutzhülle aus zwölf einzelnen Eisendrähten, die noch mit einer präparirten Hanflage überzogen sind; an der irischen Küste ist das stärkste Ende acht Seemeilen lang, die folgenden acht Meilen sind etwas dünner und dann vierzehn Meilen noch dünner; das neufundländische Küstenende ist nur fünf Meilen lang.

Das französisch-atlantische Kabel vom Jahre 1869 hat eine Länge von 3564 Knoten (von denen vier auf eine deutsche Meile gehen). Es wurde vom 14. September 1868 bis 3. Juni 1869 auf den Guttaperchawerken der Telegraph Construction and Maintenance Company verfertigt. Sein siebendrähtiger Leiter erforderte 24948 Knoten Kupferdraht von 533 Tonnen Gewicht, ist in eine Mischung von Guttapercha und Theer eingehüllt, durch vier mit Guttapercha abwechselnde Ueberzüge isolirt, nochmals mit getheertem Hanf und mit galvanisirten Eisendrähten übersponnen. Verbraucht wurden 549 Tonnen Guttapercha, 500 Tonnen Jute, 4727 Tonnen Eisendraht von 37163 Knoten Länge, 136110 Knoten Manillahanfstränge von 1286 Tonnen Gewicht. Das Tiefseekabel (2643 Knoten) wiegt 4366, das Seichtwasserkabel (921 Knoten) 3881 Tonnen; Gesammtgewicht: 8247 Tonnen. Festigkeit $7^3/_4$ Tonnen; höchste Spannung beim Auslegen 14 Ctr. Das Kabel kostete 584496 Pfd. Sterling, eine Meile 664 Pfd.; Gesammtkosten 920000 Pfd. St.

237. Worauf ist bei Verfertigung der Unterseetaue zu achten?

Bei Verfertigung von Tauen für unterseeische Leitungen ist zunächst das sämmtliche zu verwendende Material sehr sorgfältig zu prüfen und auszuwählen. Als Leiter benutzt man jetzt ausschließlich möglichst reines Kupfer und verwirft dabei alle Sorten, deren Leitungsvermögen sich als zu gering erweist. In neuerer Zeit legt man gewöhnlich nur einen Leiter in jedes Tau, damit es leichter und biegsamer wird; ein Strang aus

mehreren dünnen Drähten (zuerst 1856 im St. Lorenzbusen verwendet) hat zwar eine etwas geringere Leitungsfähigkeit, bietet aber mehr Sicherheit gegen eine Beschädigung des Leiters, weil dünner Draht verhältnißmäßig fester ist als stärkerer und voraussichtlich nicht alle Drähte des Stranges an der nämlichen Stelle reißen werden; doch muß man nach Möglichkeit verhüten, daß ein etwa springender Draht des Stranges die isolirende Hülle verletze. Eine isolirende Hülle ist nöthig, weil das Wasser die Elektricität leitet. Die jetzt vorwiegend verwendete, gut gereinigte Guttapercha wird ebenfalls auf ihr Leitungsvermögen geprüft; dabei werden die mit Guttapercha überzogenen Drähte in einem luftdicht verschlossenen Behälter mit 24 ° C. warmem Wasser einem Drucke von etwa 90 Pfd. auf 1 □Centim. ausgesetzt, weil mit der Temperatur und in Tauen, die mit geringen Fehlern behaftet sind, (wegen des an den Fehlerstellen leicht eindringenden Wassers) auch mit dem Druck das Isolationsvermögen der Guttapercha abnimmt. Die Aufsuchung solcher fehlerhafter Stellen wurde schon in Fr. 232 besprochen. Unerläßlich muß das Leitungsvermögen für jede einzelne Meile des isolirten Drahtes gemessen werden, nicht nur damit man mangelhaftes Material (namentlich Stellen, wo der Kupferdraht beim Umpressen gelitten hat) ausschließen kann, sondern auch damit man einen vollständigen Nachweis über die Leitungsfähigkeit jedes einzelnen Theils des fertigen Taues gewinne, um später durch galvanische Versuche und Rechnung den Ort der beim Verladen oder Legen etwa vorgekommenen Beschädigungen genau bestimmen zu können. Die umpreßten Drähte dürfen der Luft und Wärme nicht ausgesetzt, sondern müssen an einem kühlen Orte in Rollen von großem Durchmesser aufbewahrt werden, womöglich unter Wasser. Aus demselben Grunde kommen über die Guttaperchahülle eine oder mehrere Lagen getheerter Hanf. Auch das Vertheilungsvermögen der isolirenden Hülle muß durch Versuche festgestellt werden. Das Tau bildet nämlich eine Leydener Flasche (Fr. 24), deren inneres und äußeres Belege der Leitungsdraht und das Meerwasser bilden.

Die äußere Schutzhülle erhöht zugleich die Festigkeit des Taues; durch sie darf aber das Gewicht des Taues nicht in stärkerem Maße wachsen als die Festigkeit; je schwächer man die Schutzhülle nehmen kann, desto billiger wird das Tau, und desto leichter kann man den das Tau gefährdenden Unfällen beim Laden, Verschiffen und Versenken entgehen. Tiefseetaue haben sich indessen besonders nur bei größerem Gewicht bewährt. Dem in Fig. 179 abgebildeten Tau zwischen Bona und Biserta im Mittelmeer 1865 gaben Siemens und Halske nur eine Schutzhülle aus Kupferblechstreifen über zwei Lagen Guttapercha und zwei Lagen getheerten Hanfes, während der dreidrähtige Strang erst mit einer dünnen Schicht von Chatterton's Mischung überzogen wurde. Kupfer ist der Zerstörung durch das Meerwasser nicht so ausgesetzt wie Eisen.

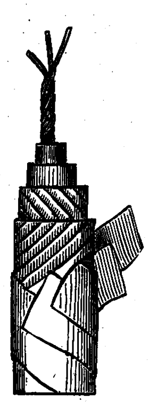


Fig. 179.

238. Was ist bei der Versenkung der Taue zu beachten?

Während des Versenkens müssen fortlaufende Versuche über den Isolations- und Leitungszustand des Taues angestellt werden, damit man beim Auftreten eines Fehlers diesen sofort merkt und beseitigen, beziehungsweise das versenkte Taustück wieder emporheben kann. Zu diesem Zwecke bleibt das Schiff, welches das Tau versenkt, durch dieses hindurch beständig mit einer Station am Lande in telegraphischer Verbindung. Vor der Versenkung ist der mit dem Tau einzuschlagende Weg festzustellen und zu diesem Behufe Tiefe, Beschaffenheit und Gestalt des Meeresbodens durch Sondirungen möglichst genau zu erforschen. Die Landungspunkte sollen möglichst frei von Klippen und Brandung sein, auch keinen guten Ankergrund bieten, damit das Tau nicht durch Schiffsanker verletzt werde. Ein Dampfschiff ist für die Legung einem Segelschiff vorzuziehen, weil es von Wind und Wellen weniger abhängt; doch muß es genügende Größe, Stabilität

und Tragfähigkeit haben. Bei den größten Unternehmungen der Art hat sich das Riesenschiff Great Eastern von über 2000 Tonnen Gehalt vortrefflich bewährt. Im Schiff liegt das Tau in Ringen von möglichst großem Durchmesser (bis 20 Meter), in einem frei zugänglichen, den Dampfkesseln nicht zu nahen Raume. In der Mitte jedes Ringes steht ein Kegel, welcher das Ablaufen des Taues erleichtert. Nur dünnere Kabel (wie das von Siemens, Fig. 179) können auf Trommeln gewickelt werden. Die Geschwindigkeit, mit welcher das Tau vom Schiff abläuft, muß sich nach der Tiefe und Geschwindigkeit des Schiffes richten; daher sind stets besondere Vorrichtungen zum Messen und Reguliren dieser Geschwindigkeiten, besondere Bremsen, welche auch die Spannung des ablaufenden Taues reguliren, auf dem Schiff vorhanden. Von der Zweckmäßigkeit der hierzu verwendeten Maschinen und der guten Führung des ablaufenden Taues hängt das Gelingen wesentlich mit ab. Für die Versenkung des atlantischen Kabels von 1865 hatten Canning und Clifford die Auslegmaschine mit besonderer Sorgfalt gebaut. Das Tau lief aus dem Schiffsraume über eine Leitrolle, über sechs Spurräder in gerader Richtung nach einer Leitrolle und von da nach einer großen Trommel von 1,8 Meter Durchmesser und 0,3 Meter Breite, auf deren Achse zwei Bremsscheiben saßen und durch beständigen Wasserzufluß abgekühlt wurden. Bremsen und Trommel waren aus Vorsicht doppelt vorhanden. Nach vier Umgängen um die Trommel lief das Tau über eine Spurrolle nach dem Dynamometer, dann wieder über eine Spurrolle und endlich über die letzte, starke, gegen das Abgleiten gut verwahrte Rolle am Hintertheil des Schiffes. Die Aufwindemaschine, welche bei dem etwa nöthigen Wiederaufwinden des Taues verwendet werden sollte, war von der Auslegmaschine ganz unabhängig und hatte ihre besondere Dampfmaschine. Bei der Versenkung des atlantischen Taues im Jahre 1866 waren für die Ausleg- und Aufwindemaschinen zwei Dampfmaschinen von siebenzig Pferdekräften vorhanden; erstere ließ sich auch zum Aufwinden benutzen, so daß dieses ebensowohl vom Hintertheil

als vom Vordertheile bewirkt werden konnte. Ein 340 Centner schweres Eisengitter hielt das Tau von der Schiffsschraube fern.

239. Welche Eigenthümlichkeiten zeigen sich im Verhalten unterseeischer Taue?

Da jedes Unterseetau als Leydener Flasche zu betrachten ist, so muß jede im Leitungsdrahte auftretende Elektricität vertheilend auf die äußere Hülle und das umgebende Wasser wirken, dabei aber selbst gebunden werden, wodurch zugleich die Fortpflanzung der Elektricität wesentlich verlangsamt wird. Ersteres nennt man die Ladungserscheinungen, letzteres die Verzögerung des Stromes. Schon 1848 wurden diese Erscheinungen von Siemens und Halske und von Dr. Kramer beobachtet, und Kramer deutete sie zuerst als Ladungserscheinungen. Auch an oberirdischen Drähten zeigen sich ähnliche Erscheinungen, nur wesentlich schwächer. Wird ein gut isolirter unterseeischer Leitungsdraht AB am Ende B isolirt, am Ende A mit dem einen Pol einer am anderen Pole zur Erde abgeleiteten Batterie verbunden, so durchläuft den Draht ein Ladungsstrom in der Richtung von A nach B; trennt man dann das Ende A vom Batteriepole und verbindet es mit der Erde, so wird der Draht von dem etwa gleichstarken Entladungsstrome oder Rückstrome durchlaufen, aber in der Richtung von B nach A; trennt man A vom Batteriepole und verbindet dann B mit der Erde, so hat der Entladungsstrom die Richtung von A nach B. Ist das Ende B anfänglich nicht isolirt, sondern mit der Erde verbunden, so wird der Strom der bei A angelegten Batterie bei B erst nach erfolgter Ladung des Drahtes wahrnehmbar; wird nach der Ladung A isolirt, so tritt der Entladungsstrom bei B aus. Ein vom Strom durchflossener Leiter nimmt wegen der Ladung erst nach einiger Zeit einen dauernden elektrischen Zustand an, obgleich die Elektricität fast augenblicklich am anderen Ende erscheint; erst wenn der Draht vollständig geladen ist, geht der Strom regelmäßig und in unveränderlicher Stärke durch den Draht.

Die Dauer dieses veränderlichen Zustandes ist proportional dem elektrischen Vertheilungsvermögen; sie wächst mit dem Quadrate der Länge des Leiters, umgekehrt proportional mit dessen Widerstand, daher auch mit dessen Querschnitt. Die zur Erzeugung eines elektrischen Signals erforderliche Zeit wird wesentlich durch den Zeichengeber, die Empfindlichkeit des Empfangsapparates, die Länge und die Isolirung der Linie und die Batterie bedingt. Whitehouse fand am transatlantischen Tau von 1858 bei Längen von 233, 398 und 796 Kilometern beziehungsweise 0,14, 0,34 und 0,79 Secunden. Die Geschwindigkeit der Aufeinanderfolge der Signale ist wesentlich durch die Dauer der Ladung und der Entladung bedingt. Besonders störend sind die Entladungsströme; daher sorgt man bei Apparaten für Unterseeleitungen für Fernhalten dieser Ströme von den Empfangsapparaten, für Beschleunigung der Entladung, etwa durch Anlegen einer Erdleitung an den Taster nach jedem Strom, oder durch theilweise Entladung der Linie nach jedem Telegraphirstrom mittels eines kürzeren oder schwächeren, entgegengesetzt gerichteten Stromes (des Gegenstromes, vergl. Fr. 265).

240. Was ist eine tragbare oder ambulante Leitung und wie wird sie für die Zwecke der Feldtelegraphie verwerthet?

Besonders für militärische Zwecke ist es öfters nöthig, in kürzester Frist auf kleinere Entfernungen und meist nur vorübergehend eine Telegraphenleitung, z. B. zur telegraphischen Verbindung verschiedener Armeen oder zur Verbindung derselben mit schon vorhandenen Leitungen auszuführen und später wieder abzubrechen. Schon im September 1853 machte Gintl in dem Lager von Olmütz Versuche mit ambulanten Telegraphen; die Apparate standen auf Wagen, welche sich in der Nähe des Kaisers von Oesterreich und der einzelnen Corpscommandanten befanden, an welche die kaiserlichen Befehle telegraphirt werden sollten. Die Leitung wurde von einer Abtheilung Reiter nach Bedarf auf dünnen Stangen ausgespannt, verlegt oder abgebrochen. Aehnliches geschah im

Krimkriege, in dem Englisch-indischen Kriege, 1859 im Italienischen Feldzuge, 1861 im Lager von Châlons, 1860 und 1861 zur Verbindung der beiden auf Ancona marschirenden italienischen Armeecorps, so wie bei der Belagerung von Ancona und Gaeta, und in den Kriegen der Jahre 1866 und 1870. Eben so hatten die Spanier im Marokkanischen Kriege ihre Feldtelegraphen bei sich. Im Nordamerikanischen Secessionskriege wurden 5000 engl. Meilen Draht auf dem Lande und 40 Meilen im Wasser gelegt, mit einem Aufwande von ungefähr 2 1/2 Million Dollars; 1864 bestanden 30 Feldtelegraphen-Abtheilungen. Während der abessinischen Expedition bauten die Engländer eine Leitung vom Rothen Meere bis vor die Mauern von Magdala. Sehr ausgedehnte Versuche wurden 1868 im Lager von Châlons angestellt.

Auf der Pariser Ausstellung 1867 hatte Oesterreich seine Feldtelegraphen ausgestellt: Wagen mit dem zur Leitung bestimmten Draht von verschiedener Dicke, mit kleinen fliegenden Säulen mit Kautschuk-Isolatoren; kleine, sinnreich angeordnete (Morse-)Apparate auf Schemeln, welche offen einem Stuhl mit wagrecht gelegter Lehne gleichen, sich leicht zusammenklappen lassen und das ganze telegraphische Geräth in sich aufnehmen; auf diesen Schemel braucht sich der Beamte nur rittlings aufzusetzen, um die auf der Lehne befestigten Apparate sämmtlich zur Hand zu haben.

Während man 1863 im Lager von Châlons, unter Verwendung eines Kabels und gewöhnlicher Trainwagen, sich bemühte, die einzelnen manöverirenden Abtheilungen unter einander telegraphisch zu verbinden, betrachtet man jetzt als Aufgabe der Militär- oder Feld-Telegraphie nur die Verbindung des Höchstcommandirenden mit den Corpscommandanten und der Operationsbasis. Dadurch wird nicht allein der Bedarf an Material geringer, sondern auch die telegraphische Verbindung der Corps zuverlässiger, da der Dienst durch die Aufstellung einer länger an demselben Orte verweilenden Centralstation vermittelt und dadurch zugleich besser und sicherer ge-

leitet werden kann. Nur ausnahmsweise schreitet man zum Bau directer Linien zwischen den einzelnen Corps.

Als Elektricitätsquelle wählte man in Frankreich für den Betrieb der Feldtelegraphen Batterien und zwar aus 10 Elementen von Marié-Davy (Fr. 46); die Gläser wurden mit Filz umkleidet und anstatt der Flüssigkeiten nasse Sägespäne angewendet; dieselben bleiben ziemlich acht Monate fast constant. Doch hat man auch Versuche mit Inductionsmaschinen gemacht. Der in Frankreich für den Felddienst gewählte Morse (ohne Relais) steht in einem Kasten, an dessen Rückwand er durch zwei Schienen befestigt ist; die Vorderwand und die Seitenwände des Kastens werden beim Gebrauch zurückgeschlagen. Der Taster steht rechts, Galvanometer und Blitzableiter links neben dem Morse. Bei Bedarf ist noch ein Wecker und ein Umschalter vorhanden. Weil der für gewöhnliche Linien verwendete, 4 Millimeter dicke, verzinkte Eisendraht, von welchem 1 Kilometer 100 Kilogramm wiegt und welcher bei 500 Kilogramm Belastung reißt, zu schwer und zu steif ist, verwendet man in Frankreich einen sehr gut leitenden, 1,6 Millimeter dicken Kupferdraht, von dem 1 Kilometer 22,5 Kilogramm wiegt und 100 Francs kostet. Auch die schwereren Porzellan- oder Thon-Isolatoren ersetzt man durch kleinere und leichtere aus Kautschuk. Als Träger für den Draht dienen leichte Pfähle (Lanzen) von 3,8 Meter Länge, deren 200 Stück auf einen Trainwagen geladen werden können; an der Spitze der Lanze sitzt ein oben ausgebauchter Eisenstab, auf welchen der Isolator festgestoßen wird; die Lanze wird 0,4 Meter tief in die Erde gestoßen und durch Holzpflöcke befestigt, nach Bedarf durch ein Seil unterstützt. Bei Wegübergängen werden zwei Lanzen durch zwei mit Klemmschrauben versehene Verlängerungs-Ringe übereinander befestigt. Für fliegende Linien, welche sehr schnell errichtet werden sollen, wurden mehrfach Kabel vorgeschlagen und verwendet. Die dünnen, gut isolirten und sehr soliden Kabel werden zum besseren Schutz gegen Beschädigungen (namentlich durch Wagenräder) und um sie zu verbergen, in Straßengräben, Buschwerk ꝛc. eingelegt, auch wohl da, wo sie Straßen kreuzen, in besondere Gräben.

Als Leiter für diese Kabel empfiehlt sich der größeren Festigkeit wegen Eisen= oder Stahldraht und als Isolationsmittel Kautschuk, weil dieser weniger leicht zerdrückt wird als Guttapercha. Ein bei neueren Versuchen verwendetes Kabel mit einem Strang aus sieben Eisendrähten in einer Kautschukhülle und noch mit einem mit Kautschuk bestrichenen Bande umwickelt, war nur 5 Millim. dick, wog nur 40 Kilogramm pro Kilometer und vertrug 100 Kilogramm Belastung. In angemessenen Entfernungen wird das Kabel durch Klammern mit zwei Spitzen am Boden befestigt. Da, wo zwei Kabelenden zu verbinden sind, schiebt man über die verbundenen Drähte einfach einen Kautschukschlauch und bindet ihn fest. Preußen bezog viele gute Kabel für militärische Zwecke aus den Werken der Gebrüder Siemens in Woolwich; diese Kabel hatten eine Kupferblechhülle über dem mit italienischem Hanf übersponnenen Kerne (vergl. Fig. 179).

Die „Wagenstation" enthält einen Apparatraum und einen Raum für die Drahtrollen. Um eine Erdleitung herzustellen, führt ein Draht zu den hinteren Wagenfedern, welche mit der Achse und der Broncekapsel der Nabe in Verbindung stehen, während ein Metallstab durch die Nabe einer Speiche entlang bis zum Radreifen läuft; bei trockenem Wetter muß der Erdboden mit Wasser begossen oder ein mehrfach durchbohrter, hohler Pflock eingeschlagen und mit Wasser angefüllt werden. Die Drahtrollen fassen gewöhnlich 2 bis 3 Kilometer Draht; da nun an einem mittleren Marschtage 20 Kilometer ausgelegt werden, der Stationswagen aber nur 8 Rollen mit je 1 bis 2 Kilometern enthält, so hat man besondere Drahtrollen=Karren, welche je 12 Drahtrollen und auch das übrige Zubehör und Geräthe aufnehmen. In gebirgigen Gegenden benutzt man Maulthiere, von denen eins das Zelt für den Telegraphisten, einen dreibeinigen Apparattisch und die Apparat= und Batterie=Kästen trägt, während die anderen zu beiden Seiten je 1 Rolle an einem Joche tragen; ein Schubkarren nimmt die 2 Rollen auf, welche zunächst abgewickelt werden sollen. Die Arbeiter sind beim Auslegen und eben so beim Wiederaufnehmen der Leitung in drei Abtheilungen vertheilt, die sich in die auf

einander folgenden Arbeiten theilen; bei aufgehängter Leitung werden 2, bei Benutzung eines Kabels 5 Kilometer in 1 Stunde fertig.

241. Welchen Einfluß haben die atmosphärischen Elektricität und die Polarlichter auf die Leitungen und Apparate?

Zu allen Zeiten und bei jeder Witterung finden elektrische Strömungen in der Luft statt. Dies kann man in vielen Fällen schon durch das Gefühl erkennen, wenn man mit einer Hand einen Telegraphenleitungsdraht, mit der anderen Hand einen zweiten Leitungsdraht oder eine Erdleitung anfaßt und sich so gleichsam in die Leitung einschaltet. Man erhält dann, namentlich bei gewitterschwülen Tagen, häufig Zuckungen in den Händen. Schaltet man einen empfindlichen Multiplicator in eine Leitung ein, so wird die Magnetnadel nur selten ganz ruhig stehen, vielmehr meist kleinere oder größere unregelmäßige Schwankungen machen, was eine Folge elektrischer Strömungen ist. Prof. Henry zählt folgende Einwirkungen der Luftelektricität auf:

1) Die Drähte werden direct von einem Blitzschlage getroffen. Hat die in einer Wolke angehäufte Elektricität eine gewisse Spannung erreicht, so gleicht sie sich mit der entgegengesetzten auf hervorragenden Punkten der Erde in einem Blitz aus. Geschieht dies in unmittelbarer Nähe einer Telegraphenleitung, so schlägt der Blitz in dieselbe ein, obgleich dieselbe von der Erde isolirt ist und einen großen Leitungswiderstand darbietet; allein die Telegraphensäulen begünstigen, je höher, je mehr, die Ausgleichung der entgegengesetzten Elektricität. Beim Einschlagen des Blitzes in eine oberirdische Telegraphenleitung geht der größte Theil der Elektricität an den Säulen herunter in die Erde, wobei gewöhnlich mehrere Isolirköpfe und Säulen zersplittert werden; ein kleinerer Theil, dem Widerstande der Leitung entsprechend, geht der Leitung entlang nach beiden Seiten bis an diejenigen Stationen, wo die Leitung mit der Erde in Verbindung steht. Geht der Blitzstrom durch die schwachen Drähte der Apparate, z. B. um den

Elektromagnet, so werden diese Drähte leicht geschmolzen, und der Blitz springt gewöhnlich nach solchen Theilen über, welche in gut leitender Verbindung mit der Erde sind. Bisweilen wird auch kupferner Leitungsdraht am Orte des Einschlagens geschmolzen. Befinden sich in großer Nähe des Leitungsdrahtes Gegenstände, welche in gut leitender Verbindung mit der Erde stehen, so springt ein Theil des im Draht fortlaufenden Blitzes ab und geht direct zur Erde, ein anderer Theil aber geht stets am Leitungsdrahte fort bis zu den Erdleitungen. Dies benützt man zur Herstellung von Blitzableitern für Telegraphenleitungen (Fr. 242).

2) Auch ohne Vorhandensein einer Gewitterwolke kann durch die Verschiedenheit des elektrischen Zustandes der Atmosphäre an zwei verschiedenen, weit von einander entfernten Stellen der telegraphischen Linie ein dauernder galvanischer Strom in dem Drahte entstehen. Da in den verschiedenen Höhenschichten der Atmosphäre ein verschiedener elektrischer Zustand vorhanden ist, und da längere Telegraphenleitungen niemals in gleicher Höhe fortlaufen, so werden sich auf dem Leitungsdrahte stets die verschiedenen Elektricitäten ausgleichen, und der hierbei erzeugte Strom vermag bisweilen auf die Apparate einzuwirken. Auch auf ganz wagerechten Linien werden Ströme erzeugt, wenn an verschiedenen Stellen derselben verschiedene Witterungszustände (Nebel 2c.) stattfinden.

3) Der natürliche elektrische Zustand des Drahtes kann durch Induction von einer fernen Wolke aus gestört werden. Zieht eine mit Elektricität geladene Gewitterwolke in der Nähe des Drahtes vorüber, so wird die entgegengesetzte Elektricität im Drahte angezogen und nimmt dabei ebenfalls eine Bewegung an, deren Richtung, je nach der Bewegungsrichtung der Wolke, verschieden ist.

4) Elektrische Ströme werden in dem Leitungsdrahte inducirt, wenn sich in der Nähe entgegengesetzte Elektricitäten mit Blitz ausgleichen. Diese Inductionsströme kann man unmittelbar aus den im siebenten Kapitel entwickelten Gesetzen ableiten oder annehmen, daß vor der Entladung oder

vor dem Erscheinen des Blitzes in der ganzen Umgegend unterhalb der Wolke, also auch in der Leitung, eine bedeutende Ansammlung von Elektricität stattfindet, welche so lange gebunden bleibt, bis der Blitzschlag erfolgt, dann aber plötzlich frei wird und durch die Leitung hindurch den Weg nach dem Erdboden zurück nimmt.

Seltener und schwächer, aber über größere Räume sich erstreckend und störender beeinflussen die Polarlichter (Nord- und Südlichter, magnetische Gewitter) die Telegraphen. Die Polarlichtströme haben ihren Ursprung lediglich in der Erde (tellurische Ströme) und verschwinden (im Gegensatz zu den durch Gewitter veranlaßten Strömen) sofort, wenn das eine Ende der Leitung gegen die Erde isolirt wird*); sie besitzen hohe Spannung und geben z. B. starke Funken; die Galvanometernadeln machen schon vor und während des Polarlichtes mehr oder weniger regelmäßige, langsame oder ruckweise Schwingungen, je nach der Richtung jener Erdströme. Die Stärke der Polarlichtströme wechselt mit der Richtung der Leitungen und ist bei unter sich parallelen Leitungen der Länge derselben nahezu proportional. Die Richtung der Erdströme (die oft plötzlich in die entgegengesetzte umschlägt) macht in Deutschland, Frankreich und dem mittleren England gewöhnlich einen Winkel von 60 bis 65° gegen die Mittagslinie (40° gegen den magnetischen Meridian). In submarinen Leitungen sind die Polarlichtströme schwächer als in Luftleitungen. Die Polarlichter selbst verdanken ihre Entstehung elektrischen Entladungen und die Polarlichtströme sind wahrscheinlich Inductionsströme (Fr. 99), welche durch Wechsel in Stärke der Erdströme veranlaßt werden.

242. Wie verhütet man bei Telegraphen Störungen durch atmosphärische Elektricität?

Die häufigen Störungen und Beschädigungen, welche die atmosphärische Elektricität namentlich im Sommer in den

*) Man kann sich daher den Störungen durch Polarlichter entziehen, wenn man unter Beseitigung der Erdleitungen zwei Luftleitungen zu einem Schließungskreise verbindet, wie in Fig. 136 Fr. 216.



Apparaten erzeugt, und die damit verbundenen Gefahren drängten dazu, Mittel zu deren Beseitigung aufzusuchen. Die hierzu verwendeten Blitzableiter bewirken entweder, daß jeder kräftigere Strom, der den Apparaten schaden könnte, sich selbst den Weg nach den Apparaten abbricht, oder sie verwerthen die Eigenschaft der atmosphärischen Elektricität, durch kleine isolirende Zwischenräume auf andere mit der Erde verbundene Leiter leicht überzuspringen, während die galvanische Elektricität, wegen ihrer geringen Spannung, eher einen ununterbrochenen Stromkreis von hundert Meilen durchläuft, als daß sie auf kurzem Wege eine in der Leitung befindliche, noch so kleine Unterbrechung überspringt (vgl. Fr. 53). Im Jahre 1846 wurden zwei Blitzableiter der ersten Art von Bréguet in Frankreich und James D. Reid in Philadelphia, zwei der anderen Art von Steinheil und von Highton in London angegeben.

Der telegraphische Blitzableiter von Steinheil bestand aus zwei auf einander gelegten, nur durch dünnes Seidenzeug von einander getrennten Kupferplatten, von denen eine mit der Leitung, die andere mit der Erde in Verbindung stand. Beide Platten müssen vor Feuchtigkeit geschützt sein, damit keine leitende Verbindung zwischen ihnen entstehen kann. Der galvanische Strom, welcher der Linie entlang kommt, springt auf keinen Fall durch das Seidenzeug hindurch auf die mit der Erde verbundene Platte über, wohl aber thut dies die atmosphärische Elektricität, welche schon bei geringer Spannung den Zwischenraum zwischen beiden Platten überspringt und zur Erde geht. Ursprünglich wollte Steinheil durch die beiden Platten den Blitzstrom nur auf der Leitung weiter führen und ihn so vom Apparate abhalten; er verband daher die Leitung vor dem Apparate mit der einen Platte und hinter demselben mit der anderen Platte, damit jeder atmosphärische Strom von einer Platte zur anderen überspringe und in der Leitung weiter gehe, ohne den merklich längeren Weg durch den Apparat hindurch einzuschlagen.

Highton wollte den Leitungsdraht auf eine Länge von 6 bis 8 Zoll mit Seide oder lockerem Papier umwickeln und

diese Hülle mit einer Anzahl nach der Erde führender Metalldrähte umgeben, auf welche die atmosphärische Elektricität überspringen sollte.

. Bréguet machte den Vorschlag, den Leitungsdraht in der Nähe der Stationen aus ganz feinem Drahte herzustellen, damit dieser, falls ein starker Strom atmosphärischer Elektricität der Linie entlang kommen sollte, durch denselben abschmelze und der Strom nicht in die Apparate gelange. Doch ist dieses Mittel allein nicht sicher genug; auch wäre das öftere Erneuern des abgeschmolzenen Drahtes unbequem; wohl aber fügt man häufig einem Ableiter der anderen Art noch einen solchen feinen Draht hinzu.

In Reid's Blitzableiter ist die Luftleitung nach dem einen Ende der aus blos 16 Windungen bestehenden Umwickelung eines Elektromagnets geführt, während das andere Ende mit der Achse des Ankerhebels in Verbindung steht und der Strom in der Ruhestellung dieses Hebels durch ihn nach den Apparaten läuft. Die Spannfeder des Ankerhebels ist so stark gespannt, daß die Telegraphirströme den Anker nicht anzuziehen vermögen. Ein starker Strom atmosphärischer Elektricität dagegen zieht den Anker an, legt den Hebel auf einen mit der Erde leitend verbundenen Contact auf und soll dann selbst zur Erde abfließen, springt vielleicht auch vorher schon auf diesen Contact über.

Die jetzt üblichen Blitzableiter enthalten meist einander sehr nahe gegenüberstehende Metallspitzen oder Schneiden, wovon immer die eine mit der Leitung, die andere mit der Erde in Verbindung steht; oder es stehen die Spitzen oder Schneiden Kugeln oder Platten gegenüber, da die Elektricität leichter von einer Spitze auf eine Platte überspringt. Fig. 180 S. 320 zeigt einen solchen (ursprünglich von Professor Meißner 1849 entworfenen) Blitzableiter, die Blitzplatten, im Durchschnitt. Diese Blitzplatten können im Stationszimmer in einem Kasten aufgestellt werden. A, B und C sind drei etwa 0,3 Meter lange und 0,2 M. breite gußeiserne Platten, welche, durch dünne Kautschukstreifen r r gegen einander isolirt, in sehr geringen Abständen über einander liegen. Die einander zugekehrten

Flächen sind kreisförmig gerieft, so daß sie eine große Zahl Schneiden und Spitzen bilden. Die Klemmen a und a' an der untersten Platte C sind durch um sie gelegte hohle Kautschukcylinder gegen die Platten A und B isolirt; die Klemmen b und b' sitzen an der obersten Platte B; die Klemme c an der

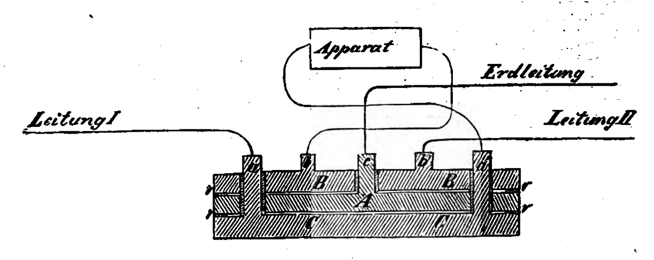


Fig. 180.

mittleren Platte A ist ebenfalls gegen B isolirt. Die unterste Platte C steht bei a mit Leitung I, die oberste B bei b' mit Leitung II und die mittlere A bei c mit der Erde in Verbindung. Ein aus Leitung I kommender galvanischer Strom geht nun durch Klemme a in die Platte C, aus Klemme a' in den Apparat, aus diesem zur Klemme b und Platte B und aus Klemme b' in die Leitung II, ohne demnach auf die Platte A und in die Erde überzutreten. Kommt dagegen ein Strom atmosphärischer Elektricität aus Leitung I oder II, so springt derselbe, bevor er in den Apparat gelangt, über den kleinen Zwischenraum nach der Platte A hinüber und geht zur Erde; in den Apparat gelangt von diesem Strome um so weniger, je kleiner der Zwischenraum zwischen den Eisenplatten ist und je weniger Widerstand die Erdleitung darbietet, weßhalb letztere recht stark zu machen und gut in feuchte Erde zu betten ist.

Auf einer Endstation bedarf es nur zweier Platten A und C; der z. B. aus Leitung I kommende Telegraphirstrom geht dann durch a C a' in den Apparat und aus diesem direct zur Erde, während ein atmosphärischer Strom vor seinem Eintritte in

den Apparat von C auf die Platte A überspringt und zur Erde geht. Man läßt aber jetzt die Platten nicht mehr mit Ansätzen (wie a, b, c in Fig. 180) durch einander hindurch gehen, sondern legt sie in einem mittels Stellschrauben regulirbaren Abstande einfach über einander, so daß sie einander ihre gerieften Flächen zuwenden; die Zuleitungsdrähte werden dabei an seitlichen Klemmen befestigt, wie es bei P in Fig. 135 ersichtlich ist.

Bei den preußischen Staatstelegraphen hat man kreisförmige Blitzableiter mit Schneiden, die einander nahe gegenüberstehen, in Oesterreich ganz ähnliche mit Spitzen angewendet und dieselben ebenfalls zweckmäßig befunden. In Fig. 181 ist ein

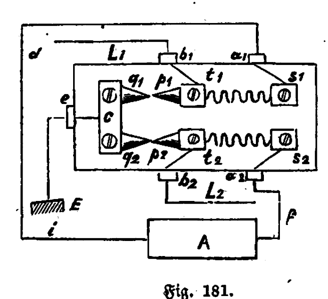


Fig. 181.

solcher Blitzableiter abgebildet. Die Leitungen L_1 und L_2 enden in den Klemmen b_1 und b_2, welche mit den Ständern t_1 und t_2 verbunden sind; von den Ständern s_1 und s_2 laufen Drähte nach den Klemmen a_1 und a_2, zwischen welchen der Apparat A mittels des Drahtes d i f eingeschaltet ist. Von der Erdplatte E führt ein Draht nach der Klemme e und dem Metallstück c, in diesem aber, so wie in den Ständern t_1 und t_2 sind vier in feine Platinspitzen (oder Schneiden) auslaufende Messingkegel q_1 und q_2, p_1 und p_2 durch Schrauben verstellbar befestigt. Die Ständer s_1 und t_1, s_2 und t_2 endlich sind durch einen sehr feinen Messing- oder Neusilber-Draht mit einander verbunden. Ein aus L_1 kommender Telegraphirstrom nimmt seinen Weg von b_1 nach t_1, s_1, a_1, d, i durch A nach f, a_2, s_2, t_2 und b_2 nach

L_2. Ein aus L_1 oder L_2 eintretender Strom atmosphärischer Elektricität dagegen tritt von dem Kegel p auf q über und geht von c über e sofort zur Erde E, schmelzt aber auch nach Befinden den dünnen Draht zwischen s und t ab.

Wie zwischen den Ständern t und s, so hat man auch an den Blitzplatten in neuester Zeit zwei feine Drähte angebracht, den einen zwischen Leitung I und der Platte C (Fig. 180), den anderen zwischen Leitung II und Platte B, so daß die Blitzplatten eine ganz ähnliche Einrichtung und Einschaltung erhalten, als der Spitzenableiter in Fig. 181. Dabei hat man den Blitzplatten eine sehr handliche Form gegeben und sie so angeordnet, daß durch Einstecken eines Stöpsels bequem beide Leitungen mit der Erdplatte verbunden werden können.

Auch die Erfahrung, daß die atmosphärische Elektricität im luftleeren Raume leichter und weiter überspringt, als im lufterfüllten Raume, hat man für die telegraphischen Blitzableiter verwerthet. Ein kurzes, starkes Glasrohr mit luftdichtem Messingverschluß an beiden Enden wird luftleer gemacht und das eine Messingende mit der Leitung, das andere mit der Erde in Verbindung gesetzt. Wenn ein Strom atmosphärischer Elektricität der Leitung entlang an das eine Messingende des luftleeren Glasrohres kommt, so springt der Funke mit Leichtigkeit zum anderen Messingende über und geht zur Erde.

Die telegraphischen Blitzableiter, denen man noch sehr verschiedene andere Formen gegeben hat und die man zum Theil auch an einzelnen Apparaten (z. B. dem Relais) angebracht hat, können zwar so viel von der atmosphärischen Elektricität ableiten, daß die Apparate und umstehenden Personen nicht gefährdet sind, doch hat man dieselben noch nicht so vervollkommnen können, daß sie auch alle durch atmosphärische Strömungen veranlaßte Störungen im Telegraphiren beseitigten. Während in der Nähe von Leitungen Gewitter stattfinden, ist es nicht zu vermeiden, daß bei Schreibapparaten die Schreibhebel unregelmäßig anschlagen, bei Zeigerapparaten die Zeiger sich bewegen und bei Nadeltelegraphen die Nadeln unregelmäßig abgelenkt werden.

Zur größeren Sicherung der Leitungen und Apparate vor den Wirkungen starker atmosphärischer Ströme ist es zweckmäßig, auch außerhalb der Stationen auf den Telegraphensäulen Blitzableiter anzubringen. Es geschah dies zuerst 1849 auf der Linie Wien-Lundenburg. Solche Blitzableiter bestehen aus Metallbändern oder Seilen, welche unten tief in die Erde eingegraben sind und oben in zwei gabelförmige Spitzen enden, welchen zwei andere Spitzen einer mit der Leitung verbundenen eisernen Gabel sehr nahe gegenüberstehen; oder die Bänder werden mit den an die Säulen angeschraubten Eisenbügeln oder Eisenglocken verbunden.

Zwanzigstes Kapitel.

Combinationslehre.

243. Was heißt Combinationslehre?

Die Combinationslehre lehrt, wie die verschiedenen Apparate unter sich und mit den Batterien, den Leitungs- und Erddrähten verbunden werden müssen, damit der Strom dem jedesmaligen Bedarf entsprechend die Apparate so durchläuft, daß die Apparate sicher und leicht arbeiten. Die Combinationslehre ist für die Telegraphie von großer Wichtigkeit, da sie die Verbindungsgänge im Inneren der Apparate kennen lehrt und dadurch Anleitung giebt, die Ursache vorkommender Störungen zu ergründen und zu beseitigen. In Folgendem sollen nur mehrere bei den Morse'schen Einstiftapparaten vorkommende Combinationen näher betrachtet werden, da sie am wichtigsten sind und da nach denselben die Combinationen in anderen Apparaten leicht verstanden und benutzt werden können.

244. Wozu dient ein Umschalter?

Ist es erforderlich, daß der Strom zu verschiedenen Zeiten die Apparate auf verschiedenen Wegen durchläuft, so wendet man einen Umschalter (Ausschalter) oder Wechsel an. Zuerst (schon Cooke 1837) wandte man Drähte an, welche einen Theil des Stromkreises bildeten und in Quecksilbernäpfchen tauchten, aus denen sie bei Bedarf ausgehoben und in andere gelegt wurden. Die später benutzten Gleit-, Kurbel-, Hebel- oder Klemmen-Wechsel enthalten starke,

federnde Arme, welche auf verschiedene kleine Metallplatten aufgelegt werden können und so eine Leitung nach diesen herstellen. In neuerer Zeit bedient man sich meist sogenannter *Lamellen-* oder *Stöpsel-Umschalter*; ein solcher ist in Fig. 182 im Grundriß, in Fig. 183 im Verticalschnitt durch die Lamelle d d abgebildet und besteht aus einer parallelen Reihe gegen einander isolirter Metallschienen a, b, c, über oder neben welchen, rechtwinklig zu denselben, eine zweite Reihe ebenfalls gegen einander isolirter Metallschienen d und e liegt. Andere Stöpselumschalter zeigen Fig. 204 und Fig. 211 in Nr. 260 und 262. Diese Schienen, deren Zahl von der Mannigfaltigkeit der nöthigen Veränderungen in den Stromläufen abhängt, sind so durchbohrt oder mit Ausschnitten versehen, daß jede obere Schiene einzeln mit jeder unteren Schiene mittels eines von oben und unten aufgeschlitzten, massiven oder hohlen Metallstöpsels S (Fig. 184) in Verbindung gesetzt werden kann. Da die Schienen mit den verschiedenen Leitungs- und Apparatdrähten verbunden sind, so kann man durch Versetzung der Stöpsel den Strömen jede erforderliche Richtung geben. Außer diesen *Linienumschaltern*, deren Gebrauch aus dem Nachfolgenden klar werden wird, giebt es auch noch *Batteriewechsel*, mittels deren man nach Bedarf einen stärkeren oder schwächeren Strom zum Telegraphiren benutzen kann. Dieselben werden häufig gleich am Taster angebracht. So sind in dem Stöpselumschalter Fig. 185 von den positiven Polen der Batterien I, II, III Drähte nach den Schienen 1, 2, 3,

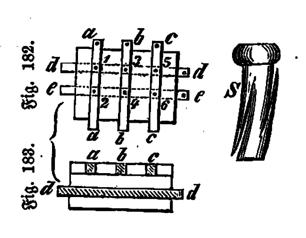


Fig. 182. Fig. 183. Fig. 184.

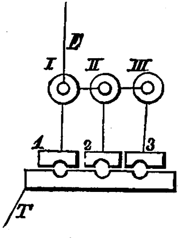


Fig. 185.

von der vierten, längeren Schiene aber nach dem Tasterambos T geführt, während die Zinkpole von I mit der Erde, von II und III mit den Kupferpolen von I und II verbunden sind; wird ein Stöpsel in das Loch in 1 oder 2 oder 3 gesteckt, so wird beim Niederdrücken des Tasterhebels auf den Arbeitscontact die Batterie I allein, oder I und II, oder I, II und III geschlossen. Leicht findet man, daß bei der in Fig. 186 angegebenen Einschaltung des Kurbelumschalters I, oder I und II, oder I, II und III u. s. f. geschlossen werden und ihren Strom in die Leitung L senden, wenn man die Kurbel a auf die Platten 1, 2, 3 u. s. w. dreht.

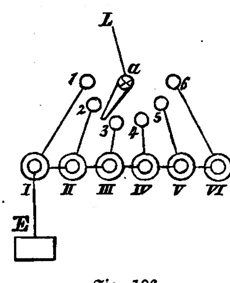


Fig. 186.

245. Wie verbindet man die Morse'schen Apparate kurz unter einander?

Die zur Ausrüstung einer Station nöthigsten Morse'schen Apparate, nämlich der Schreibapparat S, das Relais R, der Taster T, eine Telegraphir- und eine Local-Batterie B und b,

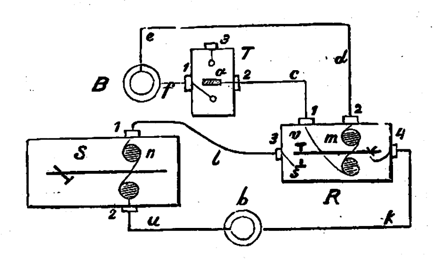


Fig. 187.

lassen sich nach Anleitung der Fig. 187 kurz unter sich verbinden, d. h. ohne daß sie in eine Telegraphenleitung eingeschaltet

werden. Wird dann der Tasterhebel niedergedrückt, so geht der + Strom der Telegraphirbatterie B zur Klemme 1 des Tasters, nach dem Arbeitscontacte durch den Tasterhebel nach der Tasterachse a und zur Klemme 2, von da durch den Draht c zur Klemme 1 des Relais, durch den Elektromagnet m zur Klemme 2, und durch den Draht d e zum — Pole der Telegraphirbatterie zurück. Da der elektrische Strom den Elektromagnet des Relais umkreist, so bewegt sich der Relaishebel mit dem Anker von der Stellschraube v an die Stellschraube s und stellt eine metallische Verbindung zwischen den Klemmen 3 und 4 des Relais her, worauf dann der Strom der Localbatterie b vom + Pol durch den Draht u zur Klemme 2 des Schreibapparates, durch den Elektromagnet n nach der Klemme 1 desselben, durch den Draht l zur Klemme 3 des Relais und durch die Stellschraube s und den Hebel nach der Klemme 4 geht, von wo aus er durch den Draht k zum — Pole der Localbatterie zurückkehrt. In Folge des Anziehens des Ankers im Schreibapparate werden nun die Zeichen durch den aufwärtsschlagenden Schreibstift in den Papierstreifen eingedrückt.

Wie die Pole der Localbatterie eingeschaltet werden, ist gleichgiltig, da bei jeder Richtung des Localstromes der Schreibhebel angezogen wird.

246. Wie sind zwei Stationen zum Telegraphiren mit Arbeitsstrom einzuschalten?

Fig. 188 (s. S. 328) zeigt eine Einschaltung für zwei Stationen für Arbeitsstrom (vergl. Fr. 160), jedoch ohne Wecker, Bussole und Blitzableiter. R bedeutet die Relais, S die Schreibapparate, T die Taster, B die Linienbatterien, b die Localbatterien, L_1 L_2 die Leitung und E die Erdplatten. Die Bussole wäre in den Draht f einzuschalten.

Drückt Station I den Tasterhebel nieder, um eine Depesche nach Station II zu senden, so geht der Strom vom + Pol der Batterie B_1 zur Klemme 1 des Tasters T_1 zur Tasterachse 2 durch den Draht f_1 nach der Leitung L_1, in der Leitung L_1 L_2 nach der Station II, durch den Draht f_2 zur Achse 2 des

Tasters T_2 und (weil dieser Taster im Ruhestande ist, folglich der Tasterhebel auf dem Ruhecontacte 3 aufliegt) von der Achse 2 nach 3, durch den Draht u zur Klemme 1 des Relais, durch den Elektromagnet m_2 nach Klemme 2, von hier durch den Draht a_2 zur Erdplatte E_2, in der Erde zur Erdplatte E_1 der Station I zurück und zum — Pol der Linienbatterie. Der Localstrom nimmt in Station II denselben Weg, wie er schon bei Fig. 187 erklärt wurde, und setzt den Schreibapparat in Thätigkeit. Das Relais R_1 wird vom Strom der Batterie B_1

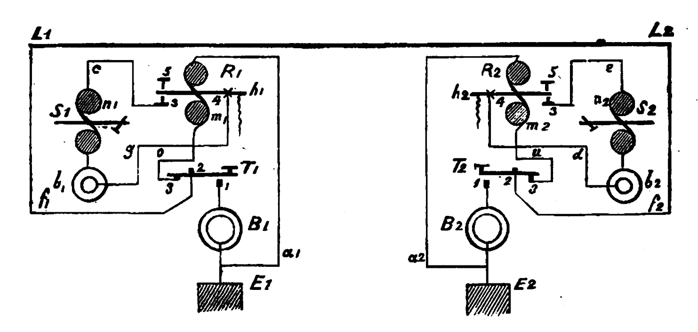


Fig. 188.

nicht mit durchlaufen. In Fig. 188 ist der Einfachheit halber die Erdplatte E gleich auf dem kürzesten Wege mit dem — Pol der Linienbatterie B verbunden worden; in der Wirklichkeit dagegen führt von ihr ein Draht nach der Doppelklemme 2 des Relais (Fig. 95) und von dieser dann ein zweiter Draht a nach dem — Pol. Die Luft- und die Erdleitung könnten auch vertauscht, d. h. die Erdleitung von a weggenommen und mit der Tasterachse 2 verbunden, dafür aber f mit a verbunden werden.

Ist ein Wecker erforderlich, so wird derselbe mit in den Kreis der Localbatterie b eingeschaltet, jedoch so, daß man nach Belieben den Strom dieser Batterie entweder durch den Schreibapparat oder den Wecker gehen lassen kann. Würde z. B. das eine Ende der Elektromagnetspule des Weckers mit dem + Pole

der Localbatterie b_2, das andere mit dem Drahte e verbunden, so würde der Strom von b_2 sowohl den Wecker als den Schreibapparat S_2 durchlaufen; soll dies nicht geschehen, so löst man, etwa bei e, abwechselnd die nach dem Wecker oder die nach dem Schreibapparat führende Drahtverbindung mittels eines einfachen Wechsels (Fr. 244).

247. Wie sind zwei Stationen zum Telegraphiren mit Ruhestrom einzuschalten?

Beim Telegraphiren mit Ruhestrom muß durch das Niederdrücken eines Tasters der Strom in der Leitung unterbrochen

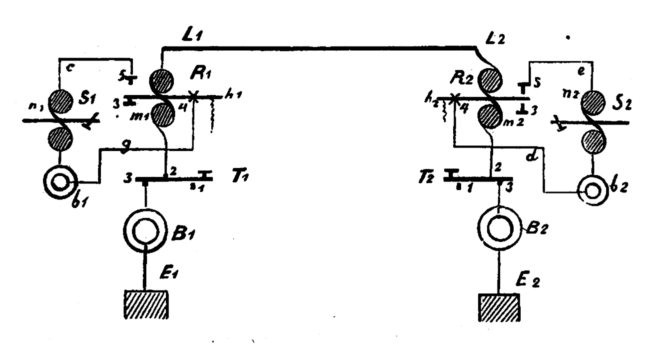


Fig. 189.

werden. Die Apparate und Batterien sind dann nach dem Schema Fig. 189 eingeschaltet. Der Contact 1 des Tasters (n in Fig. 93) ist hierbei außer Verbindung mit anderen Apparattheilen und dient nur dazu, die Bewegung des Tasterhebels zu beschränken. Im Ruhestande der Taster sind beide Linienbatterien B_1 und B_2 in die Leitung so eingeschaltet, daß bei der einen der Zinkpol, bei der anderen der Kupferpol zur Erde geführt ist, und daß demnach beide Batterien eine einzige bilden. Auf der Station I geht der Strom vom $+$ Pol in B_1 zum Contact 3 des Tasters T_1, in dem Tasterhebel zur Achse 2 und in die Umwindungen des Relais-Elektromagnetes m_1,

hierauf in die Leitung L_1 L_2 und durch die Rollen m_2 des Relais R_2, den Taster T_2 und die Linienbatterie B_2 der Station II zur Erdplatte E_2 und über E_1 zum —Pole in B_1 zurück. Der Strom von B_2 hat dieselbe Richtung. Die Relaishebel sämmtlicher in die Linie eingeschalteter Stationen bleiben, so lange dieser Strom circulirt, von den Elektromagneten angezogen und legen sich an die Schrauben 3 an, da aber diese Schrauben hier (im Gegensatze zu s_2 in Fig. 94) isolirt sind, so kann jetzt der Strom der Localbatterie b nicht durch das Schreibwerk S hindurchgehen. Sobald aber durch das Niederdrücken eines Tasters der Linienstrom unterbrochen wird, werden sämmtliche Relaishebel durch die Wirkung der Spiralfedern (f in Fig. 94) emporgezogen und mit den hier nicht isolirten Schrauben 5 in Berührung gebracht, hierdurch die Ströme der Localbatterien b durch die Elektromagnete n der Schreibwerke S hindurch geschlossen und letztere in Gang gebracht, wie aus Fig. 189 deutlich zu ersehen ist. Bei dieser Einschaltung der Apparate ist es nicht nöthig, daß jede Station eine Linienbatterie habe, es reichen zwei Linienbatterien an den beiden Endstationen oder eine dergleichen an einer Mittelstation hin, um beim Niederdrücken eines Tasters die Apparate sämmtlicher Stationen in Gang zu bringen.

248. Bei welcher Einrichtung wird derselbe Schreibhebel zum Telegraphiren mit Arbeitsstrom und mit Ruhestrom brauchbar?

Weder das Telegraphiren mit Arbeitsstrom noch das Telegraphiren mit Ruhestrom ist in allen Fällen das Vortheilhafteste; vielmehr ist im Allgemeinen der Arbeitsstrom für längere oder mangelhaft isolirte Leitungen, der Ruhestrom dagegen für kürzere Leitungen mit vielen Zwischenstationen (sogenannte Omnibus-Linien) zu empfehlen. In Fig. 188 und 189 sind für beide Methoden dieselben Schreibapparate, aber Relais von verschiedener Einrichtung verwendet. Wäre der Schreibapparat unmittelbar in die Leitung eingeschaltet, so müßte man für beide Methoden verschiedene Schreibapparate haben. Um diesen

Uebelstand zu umgehen, und denselben Schreibapparat für Ruhestrom und Arbeitsstrom zugleich brauchbar zu machen, stellte der Telegraphensecretär Wiehl in Coblenz den Schreibhebel aus zwei Theilen zusammen, indem er das leichtere schreibende Ende auf den übrigen, stärkeren und schweren Theil, welcher auch den Anker trägt, festschraubte, sobald mit Arbeitsstrom telegraphirt werden sollte; zum Arbeiten mit Ruhestrom wurde jenes Ende abgeschraubt und durch ein kürzeres ersetzt, welches auf das eine Ende eines jetzt noch an das Gestell angeschraubten kleineren Doppelhebels wirkte, dessen anderes Ende nun schrieb.

Aehnlich, doch einfacher erreichte Dr. Dehms 1868 in Berlin denselben Zweck, indem er dem Schreibhebel die in Fig. 190 abgebildete Einrichtung gab (welche man ebensogut

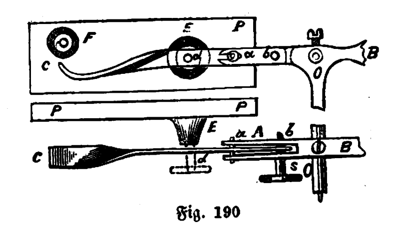


Fig. 190

auch am Relaishebel anwenden könnte). Auch hier ist der Arm OC des um die Achse O drehbaren Schreibhebels BOAC aus zwei Theilen hergestellt. Der Ankerhebel AB hat bei A einen längeren verticalen und einen kürzeren horizontalen Schlitz; den Schreibhebel AC bildet eine flache Stahlplatte, welche bei C windschief unter einem rechten Winkel gebogen ist. Das eine Ende von AC wird in den verticalen Schlitz in AB so eingesteckt, daß die kleine Achse a in den horizontalen Schlitz zu liegen kommt. In der Verlängerung dieses Schlitzes ist durch die beiden Lappen des Ankerhebels und den Schreibhebel bei b ein Loch gebohrt, welches im hinteren Lappen Schraubengewinde

hat und in welches die Schraube s eingeschraubt wird. Dann bilden nämlich beide Hebel ein Ganzes und C drückt den über ihm hin fortgezogenen Papierstreifen an das Farbrädchen F, so oft der an B sitzende Anker vom Elektromagnet nach unten gezogen wird.

Steckt man dagegen die Schraube s nicht durch das Loch b, sondern durch das Loch d des Schreibhebels und schraubt man sie in das an der Gestellplatte P angebrachte Messingstück E ein, so dient sie als Achse für den Schreibhebel AC; zieht der Elektromagnet den Anker an B nieder, so hebt A mittels der Achse a das Ende da des Schreibhebels und senkt dessen Ende dC; läßt der Elektromagnet den Anker los, so geht A nieder und drückt das Ende C gegen das Farbrädchen F. Jetzt läßt sich also der Apparat für eine Ruhestromleitung verwenden.

Damit der Apparat nach dem Versetzen der Schraube d ohne Weiteres, ohne Reguliren der Contactschrauben richtig arbeitet, müssen sowohl die Hubhöhe, als auch die beiden äußersten Stellungen des schreibenden Endes C ungeändert bleiben. Die Hubhöhe ändert sich nicht, wenn d den Hebel AC in demselben Verhältnisse theilt, wie a den Hebel OC, wenn also $Oa : OC = da : dC$. Damit sich auch die äußersten Stellungen nicht ändern, bestimme man die Bohrung in E folgendermaßen: man verbinde den Hebel für Arbeitsstrom, markire auf E die beiden Punkte, welche bei den beiden äußersten Hebellagen in der Verlängerung des Loches d liegen, und bringe die Bohrung in E in der Mitte zwischen jenen beiden Punkten an. O, a, d und C sollen wenigstens annähernd in einer geraden Linie liegen. Noch zweckmäßiger ist die von dem Telegraphensecretär Brabender in Hannover 1869 angegebene, durch Fig. 191 (s. S. 333) erläuterte Einrichtung des Schreibapparates. Hier ist der eigentliche Schreibhebel xe für immer von dem um die Achse O drehbaren Ankerhebel AB getrennt und als Doppelhebel auf der Drehachse d durch einen vorgesteckten Splint befestigt; mit dem den geschlitzten Anker b tragenden Hebel AB ist durch die Schraube n das federnde, vorn in eine Gabel av endende Stück nav so verbunden, daß es,

jenachdem die Schraube q tiefer oder weniger tief in das Ende A eingeschraubt wird, mit v auf den Arm d x oder mit a auf den Arm d e des Schreibhebels x e wirkt, während B zwischen den Stellschrauben g und h hin und her geht. Zum Telegraphiren mit Arbeitsstrom legt man B auf g und lüftet nun q soweit, daß das Ende v den Arm d x und durch x den Papierstreifen P an das Farbrädchen F andrückt; läßt man dann B los, so darf, selbst wenn B (durch die Wirkung der Spannfeder auf O Z) an h trifft, a noch nicht auf e wirken.

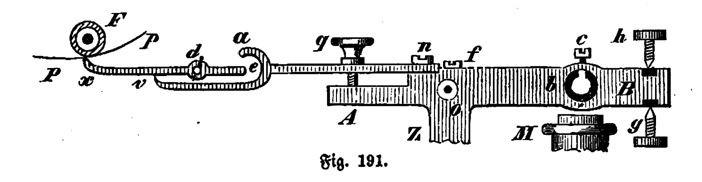


Fig. 191.

Zum Telegraphiren mit Ruhestrom legt man B an h und schraubt q so weit nieder, daß jetzt a das Ende e des Armes d e so tief senkt, daß x wieder den Streifen P an F andrückt; wenn dann der Ruhestrom B auf g herabzieht, so darf jetzt v noch nicht auf d x treffen. Im ersteren Falle schreibt x, wenn der Elektromagnet M durch den Arbeitsstrom B auf g zieht, im andern, wenn beim Unterbrechen des Ruhestroms der Anker b abfällt und B die Schraube h erreicht. Will man ohne weitere Regulirung der Hubhöhen vom Ruhestrom zum Arbeitsstrom übergehen, so muß $Ov : dv = Oa : de$ gemacht werden, oder $de : av = Oa : (Oa + Ov)$.

249. Wie sind die Apparate zu verbinden, wenn mit Elektro-Inductionsströmen telegraphirt werden soll?

Bei Verwendung eines Inductionsrelais (Fr. 168) hat der Taster zwei vordere Contactpunkte a und b (Fig. 192); beim Niederdrücken des Tasterhebels kommt zuerst die unter demselben befindliche metallene, Contact-Feder auf den Contact a, kurz nachher der Hebel selbst auf b zu liegen. Der Stromerzeuger

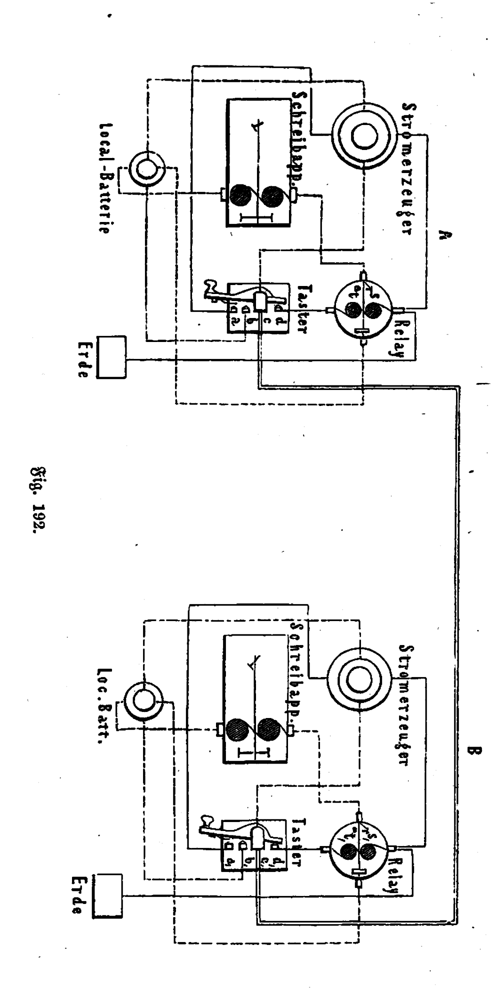

Stromerzeuger
Schreibapp.
local-Batterie
Taster
Relay
Erde
A
Stromerzeuger
Schreibapp.
Loc. Batt.
Taster
Relay
Erde
B

Fig. 192.

besteht aus einem etwa 0,46 Meter langen und 5 Centim. im Durchschnitt haltenden Bündel aus lauter schwachen Eisenstäbchen. Dieser Eisencylinder ist zunächst mit stärkerem und darüber mit schwächerem Drahte in vielen Lagen umwunden. Der innere, stärkere Draht endet einerseits an der Tasterachse und andererseits an einer Localbatterie, deren anderer Pol mit dem Tasterambose b verbunden ist. Von den äußeren Umwindungen führt ein Draht zum Relais und zur Erde, ein anderer zum Contacte a des Tasters. Wird der Taster in Station A auf die Contacte a und b niedergedrückt, so wird die Localbatterie kurz durch die inneren Umwindungen des Stromerzeugers, den Tasterhebel und den Contact b geschlossen. Dadurch wird in den äußeren Umwindungen beim Niederdrücken des Tasters im Augenblicke der Berührung des Tasterhebels mit b ein Strom von gewisser Richtung inducirt und beim Loslassen des Tasters ein entgegengesetzt gerichteter; diese Ströme gehen in A einerseits zur Erde, andererseits nach a, durch den Tasterhebel und die Leitung nach Station B, dort durch den Tasterhebel und den hinteren Contact d in das Relais und hinter diesem zur Erde. Die Batterie in A ist so eingeschaltet, daß beim Niederdrücken des Tasters, also durch den Schließungsstrom, das Relaisstäbchen in B sich an die metallische Schraube s_1 anlegt und hierbei die Localbatterie durch den Schreibapparat schließt, durch den Oeffnungsstrom dagegen sich wieder an das isolirende Achathütchen t_1 anlegt. Aehnliches geschieht beim Telegraphiren von B nach A. Auf jeder Station erzeugt die Localbatterie beim Fortgeben von Zeichen die Inductionsströme, beim Empfangen von Zeichen aber setzt sie den Schreibapparat in Thätigkeit.

250. Welche Einschaltungen erhalten die Apparate für drei Stationen?

Fig. 193 zeigt eine Einschaltung für zwei Endstationen A und B und eine Mittelstation M für Arbeitsstrom. Die Schreibapparate und Wecker mit den Localbatterien wären wieder nach Fig. 188 einzuschalten. Die Mittelstation M hat

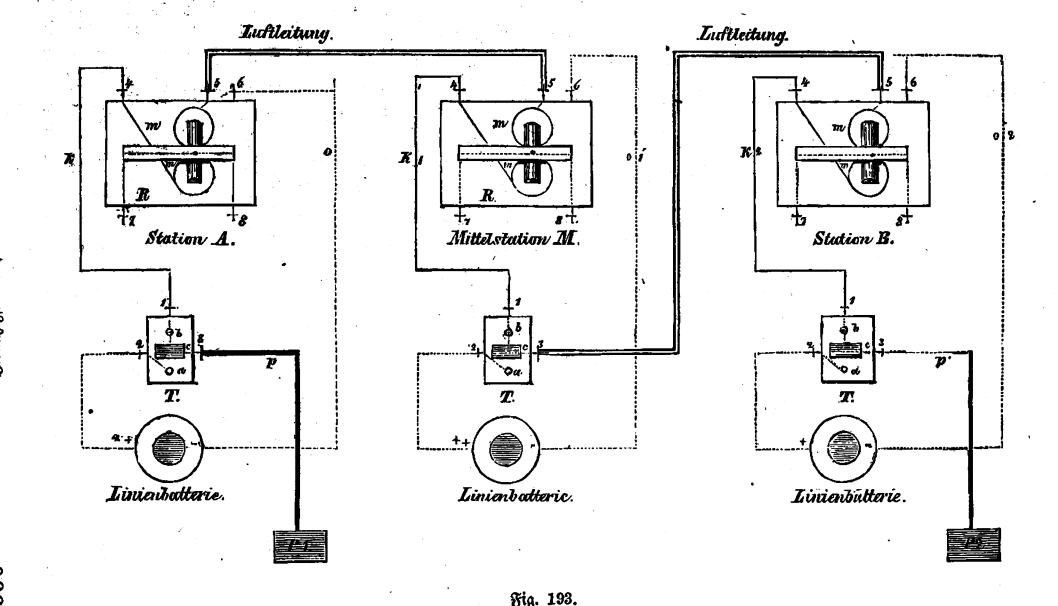

Luftleitung.
Luftleitung.
Station A.
Mittelstation M.
Station B.
T.
T.
T.
Linienbatterie.
Linienbatterie.
Linienbatterie.

Fig. 193.

keine Erdleitung, damit der Strom nicht schon hier zur Erde geht, sondern noch bis zur nächsten Station gelangen kann.

Wenn Station A spricht, so geht der elektrische Strom vom +Pol der Linienbatterie in A zur Klemme 2 des Tasters T über a und c zu 3, durch p nach der Erdplatte P_1, durch die Erde bis zu P_2 der Station B, hierauf durch den Draht p' zur Klemme 3 des Tasters in B, über c und b zur Klemme 1, durch k_2 nach Klemme 4 des Relais, durch m m nach Klemme 5, von hier durch den Leitungsdraht nach der Mittelstation M, zur Klemme 3 des Tasters, über c nach b zur Klemme 1, durch k_1 zur Klemme 4 des Relais, durch m m nach Klemme 5 und durch den Leitungsdraht bis zur Ausgangsstation A zurück, wo er bei Klemme 5 des Relais, eintritt. Da er hier durch m m, 4, k, Klemme 1 und den Ruhe-Contact b des niedergedrückten Tasters keinen Schluß findet, so kehrt er von der Doppelklemme 6 durch den Draht o zum —Pol seiner Batterie zurück. Die Wirkungen des Stromes sind in B und M ganz gleich: auf beiden Stationen kommt der Schreibapparat in Thätigkeit. Eben so wird, wenn Station B telegraphirt, der Relais- und der Schreibhebel gleichzeitig in A und M angezogen.

Drückt die Mittelstation M den Taster nieder, so schreiben gleichzeitig die Schreibapparate in A und B. Der Strom der Linienbatterie in M geht dann nämlich vom +Pole durch 2, a und c nach Klemme 3 und in der Leitung nach B, wo er durch den Relaiselektromagnet und Taster zur Erde P_2 gelangt, hierauf in der Erde zur Erdplatte P_1 der Station A, durch p, 3, c, b, 1, k und 4 in die Umwindungen des Relaiselektromagnetes und aus Klemme 5 in der Leitung nach M, daselbst zur Klemme 5 und 6 und zurück zum —Pole der Batterie. Das Relais in M durchläuft dieser Strom nicht, weil hier der niedergedrückte Tasterhebel außer Verbindung mit b, 1, k_1, 4, m m und 5 ist.

Zum Telegraphiren mit Ruhestrom braucht in M blos die Batterie weggelassen zu werden, während A und B nach Fig. 189 einzuschalten wären.

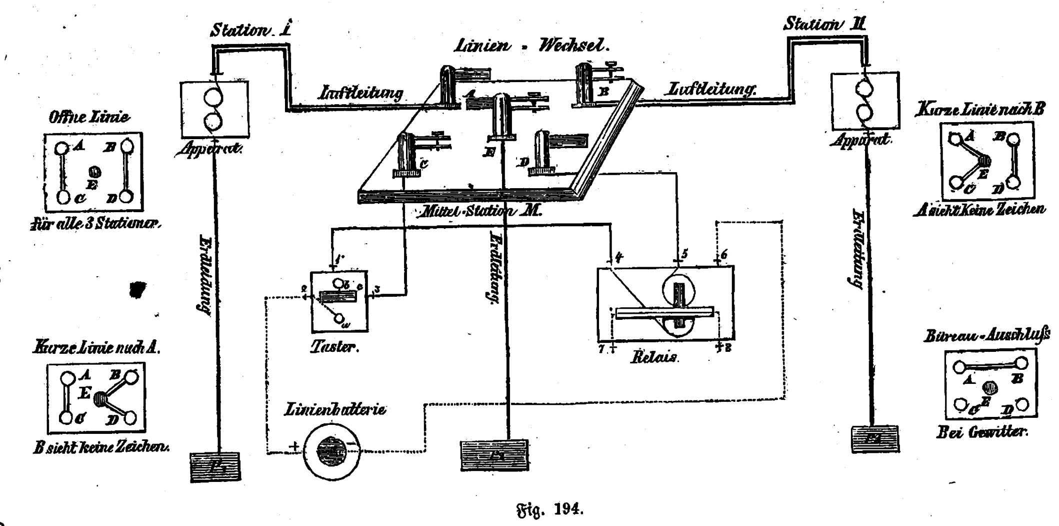

Station I.
Linien - Wechsel.
Station II.
Luftleitung.
Luftleitung.
Offene Linie
Für alle 3 Stationen.
Apparat.
Apparat.
Kurze Linie nach B
A sieht Keine Zeichen
Mittel-Station M.
Erdleitung
Erdleitung.
Erdleitung
Taster.
Relais.
Kurze Linie nach A.
B sieht keine Zeichen.
Linienbatterie
Büreau-Ausschluß
Bei Gewitter.

Fig. 194.

251. Wie ist eine Mittelstation einzuschalten, damit von ihr aus sowohl gleichzeitig nach beiden Seiten hin, als auch nur nach der einen oder der anderen gesprochen werden kann?

Man kann sich von einer Mittelstation aus auch gegen die eine oder andere Station abschließen; will man aber z. B. blos nach links sprechen, so muß man die Station rechter Hand mit der Erdleitung der Mittelstation verbinden, um durch die Abschließung keine Unterbrechung zu bewirken. Man nennt dies: bei kurzer Linie correspondiren.

Die Mittelstation M in Fig. 194 hat dazu einen älteren Umschalter mit Klemmen. Die mit der Erdleitung verbundene mittlere Klemme E hat einen hohlen und einen massiven Schnabel. In die Klemmen A und B sind die Telegraphenleitungen nach den nur angedeuteten, nach Fig. 193 eingeschalteten Stationen I und II geklemmt, in C der Tasterdraht von Klemme 3, und in D der Draht von Klemme 5 am Relais. Die verschiedenen zu beiden Seiten der Fig. 194 angegebenen Stellungen der Klemmen genügen folgenden Bedingungen: 1) Links oben die Stellung zu offener Linie für alle drei Stationen zeigt A mit C, B mit D verbunden. Wenn nun die Mittelstation M telegraphirt, so geht ihr Strom vom +Pole der Linienbatterie nach 2, a, c und 3 des Tasters, über C und A im Umschalter, in der Leitung nach Station I, dort durch den Apparat in die Erdplatte P_1, in der Erde zur Erdplatte P_3 der Station II, dort durch den Apparat und in der Leitung nach M, hier aber über die Klemmen B und D und die mit einander verbundenen Relaisklemmen 5 und 6 zum —Pole der Batterie zurück. Das Relais der Abgangsstation M spricht nicht an, weil in ihrem niedergedrückten Taster die Klemme 1 und der Contact b außer Verbindung mit dem Tasterhebel c sind. — Wird bei dieser Stellung, also bei offener Linie, von Station I nach Station II durchgesprochen, so geht der Strom in der Mittelstation M über die Klemmen A und C, durch 3, c, b und 1 des Tasters, durch die Umwindungen des Relais und über die Klemmen 5, D und B in die Leitung nach Station II. Das Relais in M spricht also an, gleichwie das

in II. — 2) Will M auf kurzer Linie mit Station I sprechen, ohne daß II Zeichen erhält, so bringt man den Umschalter in Stationsstellung (in der Figur links unten) d. h. man verbindet die Klemme A mit C, und die Klemmen B und D mit E. Der Linienbatteriestrom von M geht dann vom +Pole durch den Taster nach C und A des Umschalters, in die Leitung nach Station I, dort durch den Apparat nach P_1, in der Erde zur Erdplatte P_2 der Mittelstation M, nach E und D und durch die Relaisklemmen 5 und 6 zum —Pole der Batterie. — Ein von Station I ankommender Strom geht bei dieser Stellung durch A und C nach dem Taster, durch die Umwindungen des Relais, über D und E zur Erde und zurück zur Station I. — Ein von Station II kommender Strom geht in M über B und E gleich zur Erde. — 3) Wenn M auf kurzer Linie mit Station II spricht, ohne daß I Zeichen erhält, so ist im Umschalter (in Fig. 194 rechts oben) zur Stationsstellung die Klemme B mit D verbunden und die Klemmen A und C mit E. Der Linienbatteriestrom von M geht dann durch den Taster und die Klemmen C und E, von P_2 in der Erde nach P_3, in Station II durch den Apparat, in der Leitung zurück, in Station M aber über B und D und die Relaisklemmen 5 und 6 wieder zur Batterie. — Ein von Station II kommender Strom geht in M durch das Relais und den Taster, ein von I kommender über A und E sofort zur Erde. — 4) Soll (z. B. bei Gewittern) der Apparat aus den Leitungen ausgeschaltet werden, so giebt man den Klemmen die Stellung rechts unten, verbindet A mit B. Ein von der Station I oder II kommender Strom geht dann sogleich weiter nach II oder I, ohne den Apparat in M zu passiren. Noch sicherer ist es, die Leitungen über A und B direct mit der Erdleitung E zu verbinden, doch können dabei auch I und II nicht mehr mit einander sprechen.

In Fig. 195 ist ein anderer, viel verwendeter Umschalter mit zwei Hebeln abgebildet. Die hier dargestellte Mittelstation kann: 1) zugleich durch die Leitungen I und II; 2) nur durch Leitung I; 3) nur durch Leitung II sprechen, oder es können bei directer Verbindung 4) die Leitungen I und II ganz ausgeschaltet

werden. In diesen vier Fällen haben die beiden Wechselkurbeln folgende Stellungen: 1) Spricht die Station zugleich durch die Leitungen I und II, so steht die obere Kurbel des Umschalters in der Mitte auf der Feder M, die untere rechts auf der Feder T. Dann sendet der niedergedrückte Taster den Linienbatteriestrom vom +Pole durch 1, a, c, 2, 5 und 7 in die Leitung I nach der Station rechts, in der Erde nach der Station links und im Leitungsdrahte II zurück nach 6, 4, 9 und dem —Pole der Batterie. Die obere, durch die Klemme 8 beständig mit der Erdplatte P verbundene Kurbel ist jetzt außer Verbindung mit

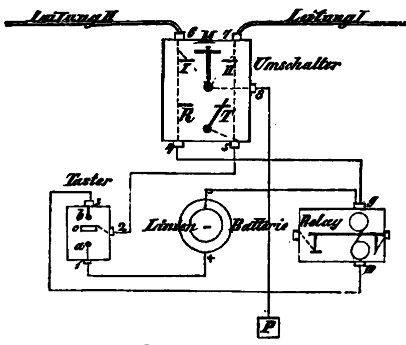


Fig. 195.

dem Apparate. Ein in Leitung I von einer anderen Station ankommender Strom geht über 7, 5, 2, c, b, 3, 10, 9, 4 und 6 in die Leitung II, der Relaishebel wird angezogen, und folglich schreibt das Schreibwerk. Eben so, wenn aus Leitung II ein Strom kommt. 2) Spricht die Station blos durch die Leitung I, so steht die obere Kurbel links auf Feder I, die untere rechts auf T. Dann geht der Linienstrom vom +Pole durch 1, a, c, 2, 5 und 7 in die Leitung I, in der Erde zurück zu P, von hier durch Klemme 8 in die obere Kurbel und durch die Klemmen I, 4 und 9 zur Batterie. Ein in Leitung I ankommender Strom geht durch 7, 5, 2, c, b, 3, 10, 9, 4 und I in die obere Kurbel und durch 8 zur Erde. Der Relaiselektromagnet schließt

die Localbatterie zur Bewegung des Schreibwerkes. Ein aus Leitung II kommender Strom geht über 6, I und 8 sofort zur Erdplatte P. 3) Spricht die Station blos durch Leitung II, so steht die obere Kurbel rechts auf der Feder II, die untere rechts auf T. Beim Telegraphiren geht dann der Linienstrom von + durch 1, a, c, 2, 5 und II in die obere Kurbel, durch 8 zur Erde, zur nächsten Station links, in Leitung II zurück und durch 6, 4 und 9 zum —Pole der Batterie. Ein in Leitung II ankommender Strom geht durch 6, 4, 9, 10, 3, b, c, 2, 5 und II in die obere Kurbel, zur Erde und zurück zur telegraphirenden Station. Das Schreibwerk wird also in Gang gesetzt; nicht so durch einen aus Leitung I kommenden, von 7 über II nach 8 zur Erde gehenden Strom. 4) Um endlich den Stationsapparat aus der Leitung auszuschalten, stellt man die obere Kurbel in die Mitte auf M, die untere links auf die Feder R, damit die Leitung II durch die Klemme 6, die untere Kurbel bei R, die Klemmen 5 und 7 kurz mit Leitung I verbunden werde. Bei Gewittern stellt man zum bessern Schutz der Apparate nicht nur die untere Kurbel links auf R, sondern auch gleichzeitig die obere links oder rechts auf eine der Federn I oder II, um so beide Linien mit der Erde in Verbindung zu setzen.

Einen sehr einfachen Hebelumschalter für den nämlichen Zweck skizzirt Fig. 196. Liegen die Hebel a und b auf keiner Platte, so geht der Strom aus L_1 durch die Apparate A nach L_2. Liegt a auf 1, so ist L_1 kurz mit L_2 verbunden, A ausgeschaltet. Liegt a auf 3, so ist L_2 über 3 kurz mit der Erde E verbunden und A in L_1 eingeschaltet; legt man (anstatt a auf 3) b auf 1, so vertauschen L_1 und L_2 ihre Rolle. Legt man endlich a auf 3 und zugleich b auf 1, so ist wieder A ausgeschaltet, beide Linien sind aber jetzt mit der Erde E verbunden, wie es bei Gewittern sich empfiehlt.

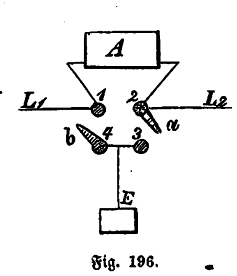


Fig. 196.

Ein Stöpselumschalter für denselben Zweck braucht blos drei Lamellen 1, 2 und 3, von denen jede mit der andern durch Stöpselung vereinigt werden kann; 1 wird mit L_1 und A, 2 mit L_2 und A (ganz wie in Fig. 196), 3 aber mit der Erde E verbunden. Es läßt sich aber auch der Umschalter Fig. 182 benutzen, wenn a mit L_1, b mit L_2, c mit E verbunden, Relais und Taster aber zwischen d und e eingeschaltet werden; die eben besprochenen fünf Fälle erfordern dann in derselben Reihenfolge Stöpselung in 1 und 4 oder 2 und 3; in 1 und 3 oder 2 und 4; in 1, 4 und 6 oder 2, 3 und 5; in 1, 4 und 5 oder 2, 3 und 6; endlich in 1, 3 und 5 oder 2, 4 und 6.

Mittelstationen mit regerem Verkehr erhalten zwei vollständige Apparatsätze, damit sie selbst bei Bedarf nach beiden Seiten hin arbeiten können. Dazu könnte der Wechsel Fig. 182 zwei Paare untere Schienen d_1 und e_1 und d_2 und e_2 erhalten und wieder a und b mit den Leitungen I und II, c mit der Erde E verbunden, der eine Apparat zwischen d_1 und e_1, der andere zwischen d_2 und e_2 eingeschaltet werden. Um I und II zu vereinigen, hätte man dann etwa a mit d_1, e_1 mit b zu stöpseln; um I von II zu trennen aber a mit d_1 und e_1 mit c, so wie zugleich b mit d_2 und e_2 mit c. Um aber durch die bei solchen Umschaltungen wegen der verschieden großen Widerstände der verschieden langen Linien und die daraus folgenden grellen Wechsel in den Stromstärken nicht zu beständigen Regulirungen der Apparate genöthigt zu sein, kann man bei Stationsstellung zwischen jeden Empfangsapparat und die Erde einen künstlichen Widerstand einschalten, welcher dem Gesammt-Widerstand in der ausgeschalteten Linienstrecke gleicht.

252. Wie schaltet man in einer Eckstation drei Linien auf zwei Apparate?

Erhält eine Station mit drei Leitungen I, II und III blos zwei Apparatsätze, so muß sie stets, wenn sie für die eine der drei Leitungen Endstation ist, für die beiden anderen Mittelstation mit blos einem Apparat sein, da ja der andere Apparat für jene erstere Leitung gebraucht wird. Für diesen Zweck brauchte

man dem Wechsel in Fig. 182 nur noch eine untere, zu d und e parallele Schiene f zu geben, die Leitungen I, II und III mit a, b und c zu verbinden, den einen Apparat zwischen d und e einzuschalten, von f aber einen Draht nach dem zweiten Apparatsatz abzuzweigen und hinter demselben zur Erde zu führen. Wie dabei zu stöpseln wäre, läßt sich sehr leicht herausfinden. (Vgl. übrigens Fr. 261.)

253. Was ist ein Translator oder Uebertrager?

Obgleich man jedes Relais einen Uebertrager oder Translator nennen könnte, so versteht man doch unter einem Translator gewöhnlich nur einen Apparat, durch welchen (nicht eine Localbatterie, sondern) eine neue Linienbatterie geschlossen wird, durch welchen also jedes auf der einen Linie einer mit Translatoren ausgerüsteten Translationsstation anlangende Zeichen sofort und ohne Zuthun eines Beamten mittels eines von der Translationsstation ausgehenden oder unterbrochenen Stromes in eine andere Linie weiter fortgegeben wird. Der Translator ersetzt also gewissermaßen einen Taster. Durch die Translation wächst unter Umständen die Schnelligkeit und Correctheit, mit welcher die Telegramme ihr Ziel erreichen; beim Sprechen durch mehrere Translatoren muß man aber etwas langsamer und gut markirt telegraphiren, denn der Ankerhebel des Translators braucht zu seiner Bewegung eine gewisse Zeit und um diese muß der vom Translator weitergegebene Strom kürzer sein, als der angekommene. Man kann diesen Uebelstand aber durch federnde Contacte am Translatorhebel beseitigen.

Als Uebertrager dient entweder ein Translations- oder Doppelcontact-Relais oder besser der Schreibapparat. Am einfachsten ist die Translation bei einfachen Arbeitsströmen, umständlicher schon bei Ruheströmen, noch mehr aber beim Telegraphiren mit wechselnden Strömen, wie z. B. bei unterseeischen Leitungen.

254. Wer erfand und verbesserte die Translatoren?

Ezra Cornell soll die Translation schon 1846 zwischen New-York und Buffalo angewendet, ja Morse bereits 1836

an dieselbe gedacht haben. Farbely schlug schon 1844 die Translation bei seinem Typendrucktelegraph vor oder verwendete sie selbst auf der Taunusbahn. Kurz nach Cornell gab John J. Speed einen Translator für das Telegraphiren mit Ruhestrom an; ein weiterer Vorschlag zur Translation wurde von dem nach Preußen berufenen Amerikaner Robinson gemacht und im Juli 1849 auf der Station Minden am Morse wirklich ausgeführt. Für die damals in Oesterreich üblichen Bain'schen Apparate erdachte Engelbert Matzenauer 1847 Translatoren und stellte sie 1850 auf der Linie Neuhäusel-Preßburg auf. Sehr erfolgreich war Steinheils Vorschlag, den Schreibapparat als Translator zu benutzen, weil dabei die Anschaffungskosten für besondere Translationsrelais erspart werden, der Widerstand dieser Relais aus der Leitung wegfällt und überdies der von dem Localstrom bewegte Schreibhebel einen sichereren Schluß der Translationsbatterie bewirkt, als der leichtere Relaishebel.

255. Welche Einrichtung hat das Translationsrelais?

Der Uebertrager ist dem gewöhnlichen Relais ganz ähnlich, nur mit dem Unterschiede, daß die obere Limitirungsschraube nicht isolirt ist, und daß folglich die untere Schraube nicht mit der oberen in metallischer Verbindung sein darf, damit sich dem elektrischen Strome zwei Wege darbieten, jenachdem der Hebel an der oberen oder unteren Schraube anliegt. Fig. 197 und 198 zeigen einen solchen Uebertrager in der Seitenansicht und im Grundriß. Auf der Holzplatte A sind zwei Elektromagnetspulen M befestigt, deren zwei Drahtenden u in die Klemmen 1 und 2 geführt sind; der den Anker a tragende Hebel b b ist mit seiner Achse d d in den Metallständer D eingelagert und durch zwei Stellschrauben e_1 und e_2 befestigt; bezüglich der Spiralfeder f, des Armes g, der Stellschraube n, der Isolirung der Ständer D und E gegen die Metallplatte B mag auf das bei Fig. 94 und 95 Gesagte verwiesen werden. Im Ruhestande des Apparates zieht die Spiralfeder f den Hebel b b mit seinem vorderen Ende nach aufwärts an die obere Stellschraube

s_1 des Ständers C heran, welcher mit der Klemme 3 verbunden ist. Unter dem Hebel steht noch ein zweiter, mit der Klemme 5

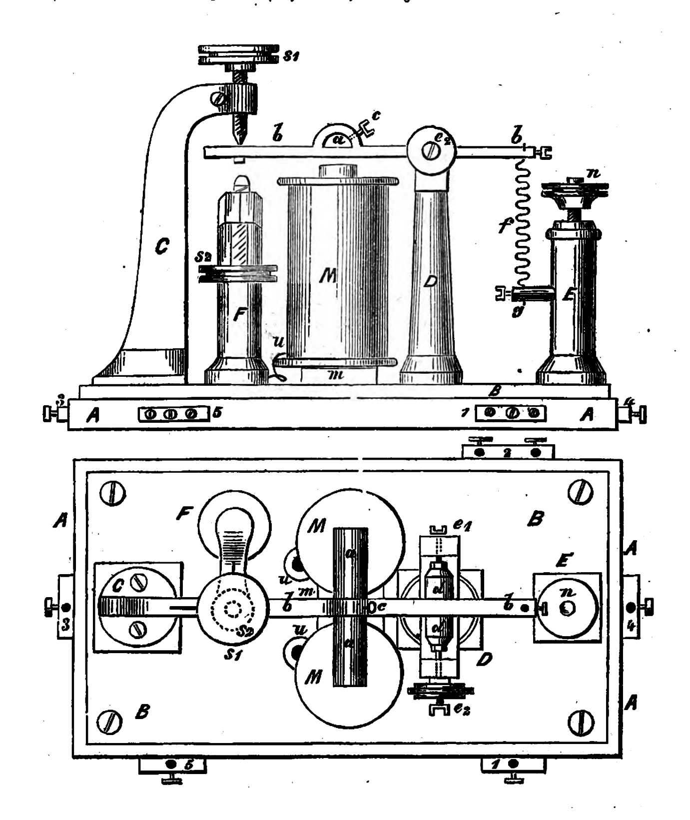


Fig. 197 und 198.

verbundener Ständer F von Messing, welcher die Regulirungsschraube s_2 trägt, auf die der Hebel b b mit seinem vorderen Ende zu liegen kommt, wenn der Anker a von dem Elektro-

magnet M angezogen wird. So lange der Hebel an s_1 anliegt, stellt er die leitende Verbindung zwischen den Ständern C und E oder den Klemmen 3 und 4 her; sobald er sich auf s_2 legt, verbindet er die Klemmen 5 und 4.

Jede Uebertragungsstation braucht zwei Uebertrager, von denen der eine die neue Linienbatterie nach der einen Seite, der andere nach der anderen Seite hin schließt. Außerdem ist ein Umschalter oder Wechsel nöthig, sofern die Uebertragungsstation nicht fortwährend übertragen soll. Wenn dann von einer entfernten Station nur bis zur Uebertragungsstation und nicht darüber hinaus telegraphirt werden soll, so bleiben die Translatoren in Ruhe und der Umschalter läßt den ankommenden Strom direct in das Relais und zur Erde gelangen, wobei der Schreibapparat schreibt. Soll hingegen über die Station hinaus mit Uebertragung gesprochen werden, so hat der Umschalter eine solche Stellung, daß der ankommende Strom nach Klemme 4, Ständer E und D, durch den Hebel b b und den Ständer C des einen, darauf mittels der Klemmen 1 und 2 durch den Elektromagnet des anderen Uebertragers und sodann zur Erde geht. Hierdurch wird der Hebel b b des letzteren angezogen, b b legt sich auf s_2, und die Linienbatterie, von welcher ein Pol nach Klemme 5 geführt ist, sendet nun ihren Strom über 5, F, s_2, b, f, g, E und 4 in die Leitung nach der nächsten Station hin. Die Uebertragungsstation kann aber auch so eingeschaltet werden, daß der von der einen oder anderen Seite kommende Strom erst durch einen Translator und dann noch durch ein gewöhnliches Relais geht, welches die einlangenden Zeichen auf einem Schreibapparate niederschreiben läßt. Von jedem nach irgend einer Richtung durchgehenden Telegramm hat dann die Uebertragungsstation eine Abschrift. (Vgl. Fr. 258.)

256. Wie kann der Schreibapparat gleichzeitig den Uebertrager bilden?

Da es in vielen Fällen für die Uebertragungsstation wünschenswerth ist, die Telegramme, welche durch ihre Uebertrager

weiter befördert werden, auch mit lesen zu können, so richtet man, der größeren Einfachheit wegen, den Schreibapparat so ein, daß er selbst die Uebertragung zu bewerkstelligen vermag. Diejenigen Theile des Schreibapparates, welche die Uebertragung besorgen, sind in Fig. 199 dargestellt. M ist der Elektromagnet, H der Schreibhebel, r dessen Drehachse, p der Schreibstift, K die Uebertragungssäule mit der oberen Schraube l, auf welche

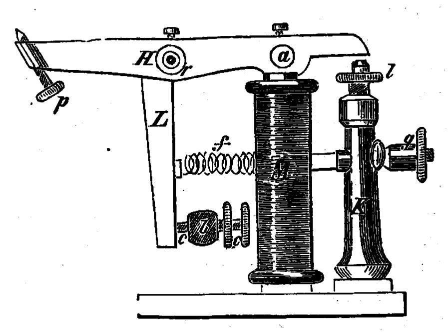


Fig. 199.

das rechte Ende des Schreibhebels bei der Anziehung des eisernen Ankers a durch den Elektromagnet aufschlägt. Die Schraube l muß so eingestellt sein, daß der Anker a den Eisenkern des Elektromagnetes nicht berühren kann. Der im Durchschnitt abgebildete messingene Quersteg b ist gegen das Gestell des Schreibapparates isolirt; im Ruhestande wird der mit dem Schreibhebel fest verbundene senkrechte Arm L durch die Spiralfeder f, welche durch die in einem Elfenbeinfutter durch die Uebertragungssäule hindurchgehende Schraube g stärker und schwächer gespannt werden kann, an die im Stege b liegende Schraube c fest angedrückt. Der Quersteg b mit der Schraube c entspricht dem Ständer C und der Schraube s_1, die Säule K der Säule F des Translationsrelais (Fig. 197).

Die Wirkung ist hier, wie leicht einzusehen, genau dieselbe wie bei dem in Fr. 255 beschriebenen Uebertrager, nur mit dem Unterschiede, daß hier während der Uebertragung auch zugleich die übertragene Schrift durch den Schreibstift auf dem Papierstreifen hervorgebracht wird, und daß der Schreibhebel durch einen besonderen Localstrom bewegt wird. Um nach beiden Seiten hin übertragen zu können, sind wieder zwei Schreibapparat-Translatoren mit einander zu verbinden. Wenn nun von einer entfernten Station nur bis zur Uebertragungsstation gesprochen werden soll, so steht hier der Umschalter so, daß der Strom gleich durch ein Relais zur Erde geht, den Localbatteriestrom durch den Elektromagnet M des Schreibwerkes hindurch schließt und die Schrift erzeugt, ohne jedoch einen neuen Linienbatteriestrom nach der nächsten Station hin zu entsenden. Soll dagegen mit Uebertragung nach der nächsten Station hin gesprochen werden, so weist der Umschalter den ankommenden Strom erst nach dem Quersteg b und dem Schreibhebel H des einen, in Ruhe befindlichen Uebertragers, dann durch das Relais des anderen Uebertragers und hierauf zur Erde. Die bei Anziehung des Relaishebels sich schließende Localbatterie läßt den Schreibhebel des zugehörigen Schreib- und Uebertragungsapparates mit seinem Ankerende niederschlagen, b und c werden dabei von L und H getrennt, dagegen H mit der Uebertragungssäule K in Verbindung gebracht und dadurch eine Linienbatterie nach der nächsten Station hin geschlossen.

Steht bei Anwendung von Farbschreibern zu befürchten, daß deren leichter Schreibhebel beim Auflegen auf die Schraube l' keinen sicheren Contact giebt, so benutzt man einfache Translatoren, welche den in Fig. 199 abgebildeten bei Weglassung des Schreibstiftarmes Hp gleichen.

257. Wie sind zwei Translatoren mit einander zu verbinden?

Die Verbindung zweier Translatoren unter einander für Arbeitsstrom macht Fig. 200 anschaulich. Hier sind die oberen Contactpunkte a mit Klemme 1, die unteren Contactpunkte

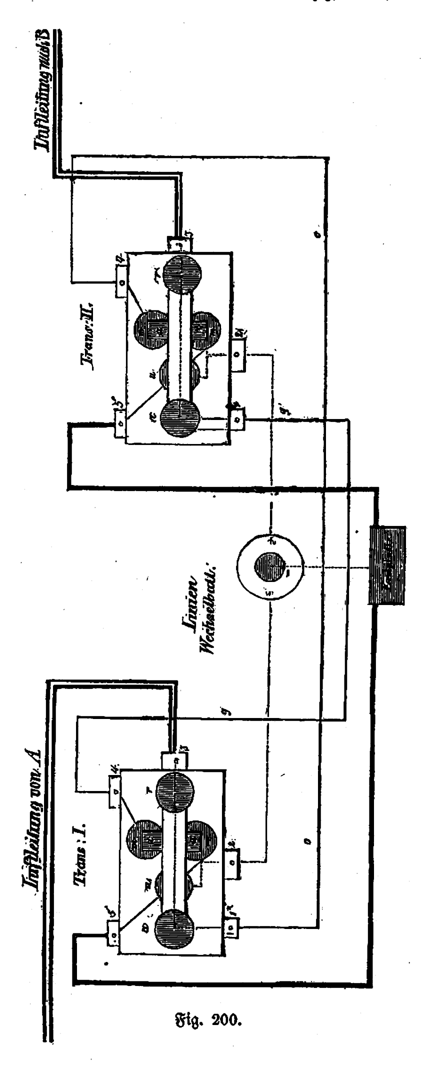


Fig. 200.

u mit Klemme 2, der Translatorhebel r mit Klemme 3 verbunden. Der elektrische Strom tritt am Elektromagnet m m des Uebertragers in den Klemmen 4 und 5 ein und aus. Von der Klemme 1 (oberer Contactpunkt) eines jeden Translators führt ein Draht zur Klemme 4 des andern Translators. Die Klemmen 2 sind mit dem +Pol der Linienbatterie, die Klemmen 3 mit der Leitung nach den entfernten Stationen A und B und die Klemmen 5 und eben so der —Pol der Batterie mit der Erdplatte verbunden.

Ein von A kommender elektrischer Strom tritt bei 3 in den Translator I ein, geht über den Hebel r nach a zur Klemme 1, durch den Draht o zur Klemme 4 des Translators II, durch dessen Elektromagnet

mm nach 5, zur Erdplatte und nach A zurück. Der Elektromagnet des Translators II zieht den Hebel r auf u herab und sendet so den Strom der Linienbatterie nach der Station B hin, nämlich vom +Pol nach Klemme 2 des Translators II, zu dessen unterem Contactpunkt u, hierauf in den Hebel r, und aus Klemme 3 in die Leitung nach B; dort giebt der Strom das Zeichen und geht durch die Erde zum —Pol seiner Batterie zurück.

Ganz ähnlich ist der Stromlauf, wenn von B nach A mit Translation gesprochen wird. Der von B kommende Strom geht durch den Hebel r und den oberen Contact a des Translators II, hierauf durch den Elektromagnet des Translators I und zur Erde. Der Translatorhebel I wird in Folge dessen auf den Contact u gelegt und dadurch die Linienbatterie nach A hin geschlossen.

258. Welche Einrichtung erhält eine Uebertragungsstation mit einem Relais und Schreibapparat?

Soll in der Uebertragungsstation M die durchgehende Schrift mit gelesen und niedergeschrieben werden, so müssen dazu bei Benutzung von zwei Translatorrelais noch zwei gewöhnliche Relais und zwei Schreibapparate oder wenigstens noch ein Relais und ein Schreibapparat vorhanden sein. Fig. 201 zeigt die Einschaltung im letzteren Falle.

Ein von Station A kommender elektrischer Strom tritt bei der Klemme 3 des Translators I ein, geht durch den Ständer R in den im Ruhestande an dem oberen Contact a anliegenden Translatorhebel, durch die mit a verbundene Klemme 1 zu Klemme 4 des Translators II, und durch den Elektromagnet mm nach Klemme 5. Der Hebel des Translators II wird demnach angezogen und schließt bei seiner Berührung mit u die Linienbatterie nach der Station B hin. Jener von A kommende Linienstrom geht dann aber von Klemme 5 des Translators II nicht sofort zur Erde, sondern zuvor nach Klemme 4 des Relais, durch die Umwindungen des Elektromagnetes, und nun erst von Klemme 5 desselben zur Erdplatte P und zur Batterie der Station A zurück. Hierdurch wird die Local-

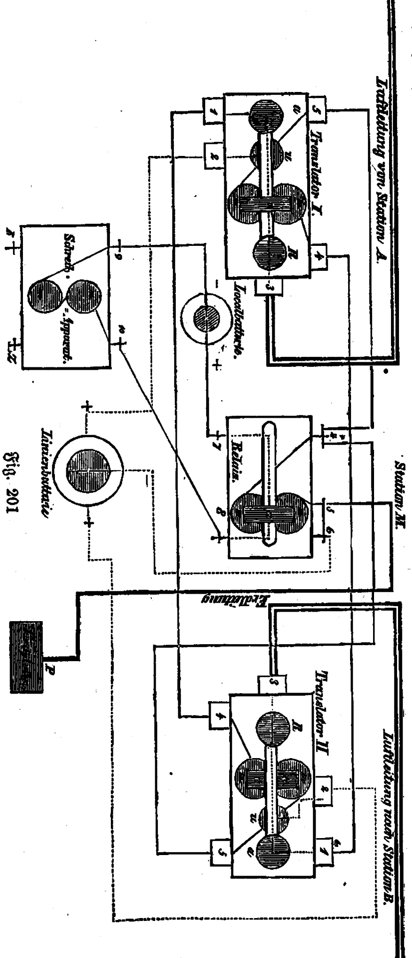


Fig. 201

batterie geschlossen, deren Strom durch den Relaishebel zwischen Klemme 7 und 8, so wie durch den Elektromagnet des Schreibapparates zwischen Klemme 10 und 9 geht und letzteren in Thätigkeit setzt. Der Translator II sendet den Linienbatteriestrom vom +Pole zur Klemme 2 nach u, durch den Hebel zu R, nach Klemme 3 und in die Leitung nach B, wo also auch die auf der Uebertragungsstation M eingelangten Zeichen erscheinen; dann geht der Strom in B zur Erde, in dieser zur Erdplatte P der Uebertragungsstation M, hier zur Klemme 5 des Relais und (weil er durch m m und 4 bei dem einen Translator keinen Schluß findet, durch den anderen nur über A wieder nach P gelangen würde) gleich von der Doppelklemme 6 zum —Pol der Linienbatterie zurück.

Ganz ähnlich ist der Stromlauf, wenn die Station B mit Uebertragung nach A hin spricht. Der von B kommende Strom geht dann nämlich durch 3, R, a und 1 des Translators II, nach Klemme 4 des Translators I, durch den Elektromagnet desselben nach 5, hierauf im Relais von Klemme 4 durch den Elektromagnet zu Klemme 5, in die Erde P und zur Station B zurück. Hierbei wird die Linienbatterie nach A hin, und zugleich die Localbatterie durch den Schreibapparat hindurch geschlossen. Der Strom der Linienbatterie geht vom +Pol in den Translator I und zwar durch 2, u, R und 3 in die Leitung nach A, kommt aus der Erde zur Doppelklemme 5 und 6 am Relais und zum —Pole der Linienbatterie zurück.

Wenn die Uebertragungsstation M nach A oder B hin telegraphiren will, so kann anstatt mit Tastern mit den Translatorhebeln gearbeitet werden und zwar mit Translator I nach A und mit Translator II nach B hin.

259. Wie ist die Einschaltung einer Uebertragungsstation, bei welcher die Schreibapparate gleichzeitig Uebertrager sind?

Bei der in Fig. 202 (S. 354) abgebildeten Uebertragungsstation mit zwei vollständigen Apparaten A und B für Arbeitsstrom besorgen die Schreibapparate die Uebertragungen. Die gewählte Einschaltung der Apparate genügt folgenden Anforderungen:

1) Es soll der Apparat A durch Leitung II sprechen und Nachrichten durch dieselbe erhalten. Dann steht die obere Kurbel h des linken Umschalters auf der Feder I; die untere Kurbel k bleibt bei Uebertragungsapparaten in allen Fällen rechts auf T stehen.

Es geht daher beim Fortgeben von Nachrichten der Strom der gemeinschaftlichen Linienbatterie von + nach dem Taster durch 1, a, c, 2 in den Umschalter, durch Klemme 4 und Feder I in die Kurbel h, aus dieser durch Klemme 7 in die Leitung II und nach der entfernten Station, wo er den Apparat in Thätigkeit setzt und zur Erde geht. In der Erde kehrt der Strom zurück und geht unmittelbar zum anderen Pole der

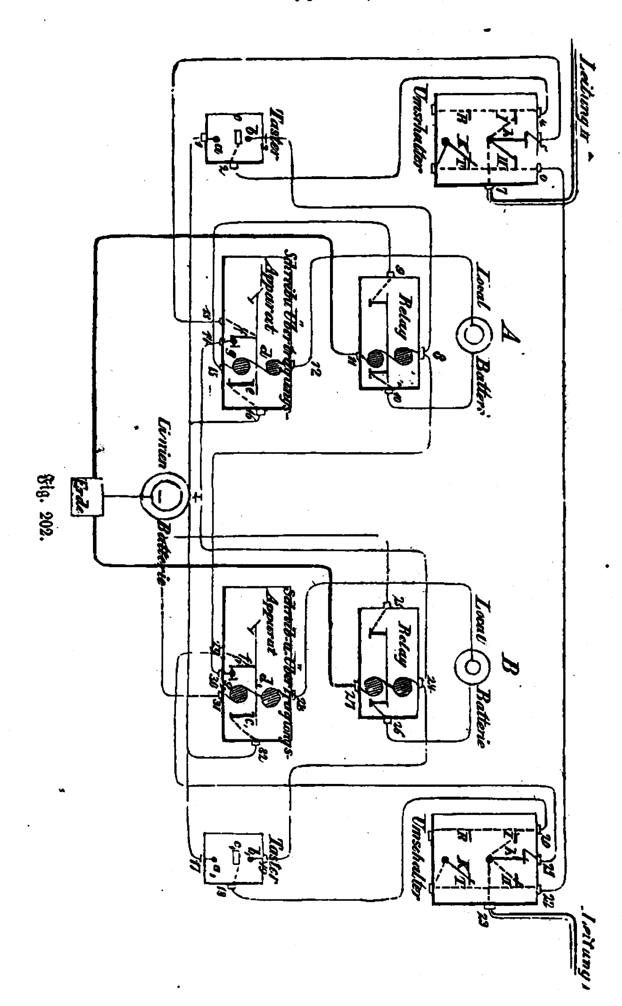

Leitung II
Umschalter
Taster
Relay
A
Local Batterie
Schreib- u. Übertragungs-Apparat
Linien Batterie
Erde
Relay
B
Local Batterie
Schreib- u. Übertragungs-Apparat
Taster
Umschalter
Leitung I

Fig. 202.

Linienbatterie. Wenn der Apparat A Nachrichten durch Leitung II empfängt, so geht der Strom zunächst in die Klemme 7 des Umschalters, in der oberen Kurbel h nach der Feder I und der Klemme 4, dann durch 2, c, b und 3 des Tasters nach Klemme 8 des Relais, von da aber durch den Elektromagnet des Relais und von Klemme 11 zur Erde und zur telegraphirenden Station zurück. Durch die Anziehung des Relaishebels wird die Localbatterie A über die Klemmen 10, 9, 15 und 12 und den Elektromagnet des Schreibapparates geschlossen, und der Schreibhebel schreibt.

In der Figur sind die Relaishebel und Schreibhebel mit den zugehörigen Contactpunkten von der Seite abgebildet, damit der Stromlauf ganz deutlich wird.

2) Der Apparat B soll durch Leitung I sprechen und Nachrichten durch dieselbe erhalten. Dann steht die obere Kurbel h′ des ersten Umschalters auf der Feder I, und es geht beim Fortgeben von Depeschen der Strom der gemeinschaftlichen Linienbatterie von + durch 17, a_1, c_1, 18 des Tasters in den Umschalter, durch Klemme 20 und Feder I in die Kurbel h′, aus dieser durch Klemme 23 in die Leitung I und nach der entfernten Station, wo er durch den Apparat hindurch zur Erde gelangt. In der Erde kehrt der Strom nach B zurück und geht von der Erdplatte unmittelbar zum anderen Pole der Batterie. Wenn der Apparat B Nachrichten durch Leitung I empfängt, so geht der Strom von Klemme 23 des Umschalters in die Kurbel h′, zur Feder I und zur Klemme 20, von hier über 18, c_1, b_1, und 19 des Tasters zur Klemme 24 des Relais, durch dessen Elektromagnet und von Klemme 27 zur Erde und zurück zur telegraphirenden Station. In Folge der Anziehung des Relaishebels wird die Localbatterie B durch die Klemmen 26, 25, 31, durch den Elektromagnet des Schreibwerkes und Klemme 28 geschlossen, und der Schreibhebel schreibt.

Selbstverständlich können auch gleichzeitig beide Apparate correspondiren, nämlich A durch Leitung II und B durch Leitung I. Ueber die Benutzung einer gemeinschaftlichen Linienbatterie für mehrere Linien vgl. Fr. 61.

3) Soll Leitung II mit Leitung I zur Uebertragung verbunden werden, so stehen die oberen Kurbeln h und h′ beider Umschalter in der Mitte auf den mit den Klemmen 5 und 21 verbundenen Federn.

Ein aus Leitung II kommender Strom geht dann durch 7, h und 5 des Umschalters links, ferner durch 13, f, g und 14 des Schreib- und Uebertragungsapparates (diesen Theil des Apparates zeigt Fig. 199 bei L und b in größerem Maßstabe), hierauf nach Klemme 24, durch den Elektromagnet und nach Klemme 27 des Relais des Apparates B, zur Erde und zurück zur telegraphirenden Station. Der Relaishebel in B geht demnach nieder, schließt die Localbatterie, der Schreibhebel wird angezogen und gleichzeitig sendet die Linienbatterie ihren Strom durch Leitung I nach der nächsten Station hin. Indem nämlich der Schreibhebel d_1 angezogen wird, unterbricht er die Verbindung zwischen dem mit d_1 fest verbundenen senkrechten Arme f_1 und dem mit Klemme 30 verbundenen, die Schraube g_1 tragenden Querstege und stellt dafür die Verbindung des Schreibhebels d_1 mit dem Säulchen e_1 her. Der Strom der dadurch geschlossenen Linienbatterie nimmt folgenden Weg: Von + zur Klemme 32 des Schreib- und Uebertragungsapparates B, durch e_1, d_1 und 29, hierauf in den Umschalter nach 21, h′ und 23 in die Leitung I, zur nächsten Station, durch den Apparat derselben in die Erde, in dieser zurück zur Erdplatte und dem anderen Batteriepole der Uebertragungsstation. Der Apparat der entfernten Station in Leitung I wird also übereinstimmend mit dem Apparate B der Uebertragungsstation arbeiten.

Wenn umgekehrt Leitung I mit Uebertragung nach Leitung II telegraphirt, so ist der Stromlauf ganz ähnlich dem jetzt beschriebenen. Der aus Leitung I kommende Strom geht nämlich über 23, h′, 21, 29, 30 und 8 durch das Relais des Apparates A und zur Erde. Während das Relais und der Schreibapparat des Apparates A in Thätigkeit sind, geht der Strom der Linienbatterie von + durch 16, e, d, 13, 5, h und 7 in die Leitung II zur entfernten Station und kehrt in der

Erde zur Uebertragungsstation und zum anderen Pole der Linienbatterie zurück.

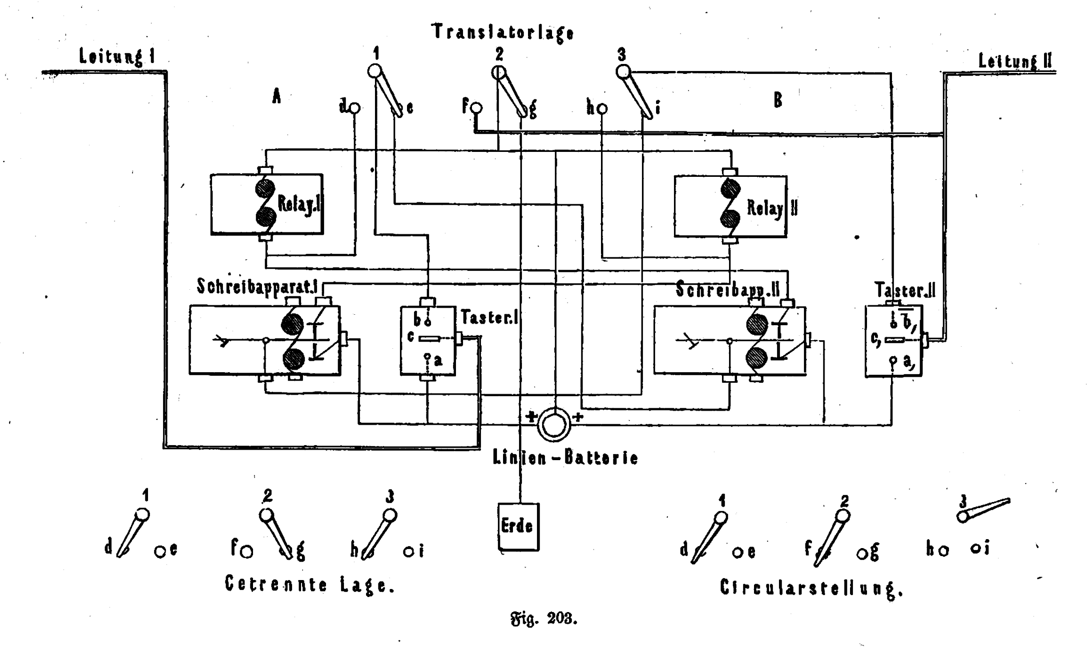
Bei dieser Einschaltung ersetzt der Schreibhebel den ausgeschalteten Taster, und es kann durch Niederdrücken des ersteren in die zugehörige Linie telegraphirt werden.

4) Um Leitung I unmittelbar mit Leitung II zu verbinden, stellt man die oberen Kurbeln h und h' beider Umschalter rechts auf II. Dann geht ein aus Leitung II kommender Strom durch 7, h, II und 6 des linken Umschalters sogleich zu 22, II, h' und 23 des rechten Umschalters und in die Leitung I. Auf demselben Wege gelangt der Strom auch umgekehrt aus Leitung I in Leitung II.

260. Wie wird ein Uebertragungsapparat circular eingeschaltet?

In Fig. 203 sind zwei Uebertragungsapparate A und B dargestellt, von denen ersterer als Mittelstations-Apparat circular in Leitung I und II eingeschaltet werden kann. In diesem Falle erhalten die Kurbeln 1, 2 und 3 die mit „Circularstellung" bezeichnete Lage, in welcher die für andere Zwecke nöthige Kurbel 3 ganz außer Gebrauch ist. Ein aus Leitung I kommender Strom geht bei dieser Kurbelstellung in den Taster I, und über c und b desselben nach 1 und d, durch das Relais I nach 2 und f, endlich in Leitung II. Der Schreibapparat I (der Lauf der Localströme ist der Einfachheit wegen nicht angedeutet) schreibt daher die Zeichen, welche von Leitung I nach Leitung II oder auch umgekehrt telegraphirt werden. Beim Arbeiten auf Taster I geht der Linienstrom vom +Pol nach a und c dieses Tasters in Leitung I, kehrt in Leitung II zurück, und nimmt seinen Weg über f und 2 nach dem —Pole der Linienbatterie, ohne den eigenen Apparat zu durchlaufen.

Bei der Stellung der Umschalterkurbeln für „getrennte Lage" kann Apparat A in Leitung I, B in Leitung II telegraphiren. Beim Niederdrücken des Tasters I geht dann der Strom vom + Pol über a und c in Leitung I und kehrt in der Erde, so wie über g und 2 zur Batterie zurück. Ein aus



Translatorlage
Leitung I
Leitung II
A
B
Relay I
Relay II
Schreibapparat I
Taster I
Schreibapp. II
Taster II
Linien-Batterie
Erde
Getrennte Lage.
Circularstellung.

Fig. 203.

Leitung I kommender Strom geht über c und b des Tasters, so wie über 1 und d, durch das Relais I, über 2 und g zur Erde und zurück zur telegraphirenden Station. Ganz ähnlich ist der Stromlauf, wenn Apparat B durch Leitung II correspondirt.

Soll Leitung I mit Leitung II zur Uebertragung verbunden werden, so erhalten die Kurbeln die „Translatorlage". Ein aus Leitung I kommender Strom geht dann durch c und b des Tasters I nach 1 und e, ferner durch den Schreibhebel und die obere Contactschraube des Schreibapparates II, umströmt hierauf den Elektromagnet des Relais I und geht über 2 und g zur Erde. Hierdurch schlägt der Schreibhebel I auf die untere mit der Linienbatterie verbundene Contactschraube und sendet den Strom dieser Batterie über den Schreibhebel I nach i und

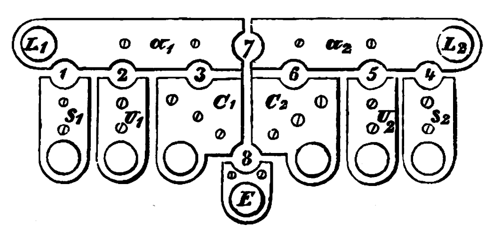


Fig. 204.

3, darauf über b_1 und c_1 des Tasters II in die Leitung II. Ganz ähnlich sind die Vorgänge bei Uebertragung aus Leitung II in Leitung I.

Bei der Einschaltung nach Fig. 203 kann während der Translatorlage mit dem Taster II oder mit dem Schreibhebel I in Leitung II, eben so auch mit Taster I oder mit dem Schreibhebel II in Leitung I gesprochen werden.

Auf eine sehr bequeme Weise erlangt man die Möglichkeit der Abwechselung in den eben besprochenen drei verschiedenen Apparatverbindungen bei Benutzung des in Fig. 204 abgebildeten, vom Telegraphist Schumacher in Königsberg entworfenen Umschalters für übertragende Zwischenstationen.

Dieser Umschalter ist sehr übersichtlich und leicht und gut auszuführen, denn er enthält keine Winkelschienen; die Befestigungsschrauben für seine einzelnen Schienen sind so angeordnet, daß der Druck der eingesteckten Stöpsel stets normal gegen die Stützpunkte der Schienen gerichtet ist. Die beiden Leitungen werden

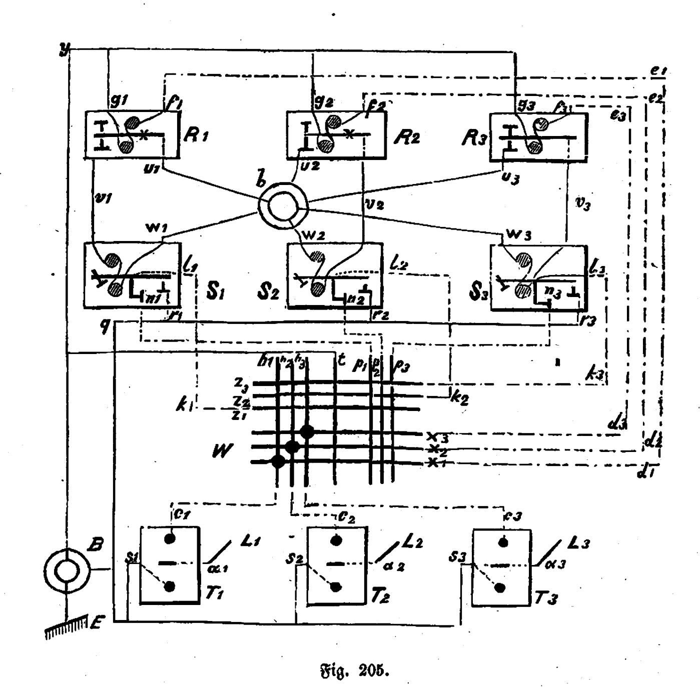


Fig. 205.

an die Schrauben L_1 und L_2, die Erdleitung an die Schraube E geführt; von den Schienen S_1 und S_2 führen Drähte nach den Achsen der Taster T_1 und T_2, von U_1 und U_2 nach den Achsen der Schreibapparate M_2 und M_1, von C_1 und C_2 nach dem einen Ende der Elektromagnetrollen der Relais R_2 und R_1,

deren zweite Enden mit den Ruhecontacten der Taster T_2 und T_1 und der Schreibhebel in M_1 und M_2 verbunden sind, während endlich die Arbeitscontacte dieser Taster und Schreibhebel mit dem einen, E mit dem anderen Pol der Linienbatterie in leitender Verbindung stehen. Wird dann blos in 7 gestöpselt, so sind beide Leitungen L_1 und L_2 direct verbunden. Circularstellung für R_1 (oder R_2) erfordert Stöpselung in 1 und 6 (oder in 4 und 3). Bei getrennter Stationslage stecken Stöpsel in 1, 4 und 8; bei Uebertragung in 2, 5 und 8; bei Gewitter in 7, 3 und 8, oder in 7, 6 und 8, oder in 3, 6 und 8.

261. Wie lassen sich drei Linien zur Translation verbinden?

Bei drei in eine Translationsstation einmündenden Linien ist die Einschaltung und der Wechsel am einfachsten, wenn zur Translation stets dieselben zwei Schreibapparate benutzt werden und stets derselbe dritte Schreibapparat für die getrennte Linie. Bei der in Fig. 205 skizzirten, leicht auf eine Station mit beliebig vielen Linien anwendbaren Einschaltung kommt dagegen derselbe Taster und derselbe Schreibapparat stets für die nämliche Linie in Gebrauch, mag diese in Translation oder in getrennter Stationslage sein. Die drei einmündenden Linien L_1, L_2 und L_3 sind zunächst an die Klemmen a_1, a_2 und a_3 der drei Taster T_1, T_2 und T_3 geführt; die mit dem einen Pole der Linienbatterie B verbundenen Klemmen s führen zum Arbeitscontact der Taster T; von den drei Ruhecontacten c führen drei Drähte nach den Lamellen h des Linienwechsels W, dessen Lamellen x durch die Drähte d e mit den Klemmen f der drei Relais R verbunden sind, während von den Klemmen g die Drähte y nach der Erdplatte E führen. Von den Lamellen z des Wechsels führen Drähte k nach den mit den Achsen der Schreibhebel verbundenen Klemmen l der Schreibapparate S; die Ruhecontacte n der Schreibhebel stehen mit den Lamellen p, ihre Arbeitscontacte r über q mit dem einen Pole der Batterie B in Verbindung, deren zweiter Pol zur Erde E abgeleitet ist. Die Lamelle t des Wechsels ist ebenfalls mit der Erdleitung verbunden. Die Einschaltung der Localbatterie b mittels der

Drähte u, v und w ist wie gewöhnlich. In den Fig. 206 bis 210 bedeuten die schwarzen Punkte Stöpsel, welche in den Wechsel W zur Verbindung der horizontalen und verticalen Lamellen (vergl. Fig. 182 auf S. 325) eingesteckt werden.

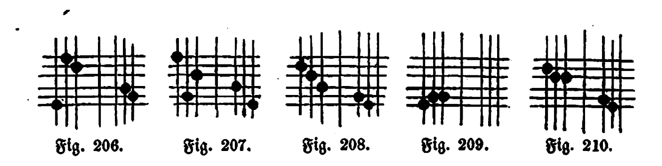


Fig. 206. Fig. 207. Fig. 208. Fig. 209. Fig. 210.

Die in Fig. 205 angegebene Stöpselung trennt jede Linie vollständig von der anderen. Ein einlangender Strom geht von L über a, c, h, x, d, e, f, g auf dem kürzesten Wege, d. h. über y, zur Erde E; das Relais R läßt also den Schreibapparat S ansprechen. Wird der Taster T niedergedrückt, so sendet er den Strom von B über s und a in die Leitung L und durch die Erde E zum anderen Batteriepol.

Die Stöpselung nach Fig. 206 läßt die Linie L_1 als getrennte, während L_2 und L_3 zur Translation verbunden werden. Jeder Strom aus L_2 geht über a_2, c_2, h_2, z_3, k_3, l_3 zur Achse des Schreibapparates S_3 und, da dessen Schreibhebel in der Ruhelage ist, über n_3, p_3, x_2, d_2, e_2, f_2, g_2 und y zur Erdplatte E und zur telegraphirenden Station zurück. Das Relais R_2 schließt die Localbatterie b durch die Elektromagnetrollen des Schreibapparates S_2, dessen Schreibhebel das angekommene Zeichen auf den Papierstreifen schreibt, zugleich aber auch die Linienbatterie B schließt, deren Strom nun über q, r_2, in dem Schreibhebel nach dessen Achse, über l_2, k_2 nach z_2, h_3, c_3 und a_3 in die Linie L_3 fortgeht. Somit wird jedes aus L_2 kommende Zeichen in die Linie L_3 weitergegeben, in ähnlicher Weise aber auch jedes aus L_3 kommende Zeichen in die Linie L_2; der Stromlauf im letzteren Falle ist leicht zu verfolgen. Die Translationsstation kann jederzeit auch selbstsprechend in die Correspondenz eintreten, denn sie kann mittels des Tasters T_2

oder des Schreibhebels in S_2 nach L_2, mittels des Tasters T_3 oder des Schreibhebels in S_2 nach L_3 sprechen.

Die Stöpselungen in Fig. 207 und 208 lassen beziehungsweise L_2 oder L_3 getrennt und verbinden L_1 und L_3 oder L_1 und L_2 zur Translation. Die Stromläufe in diesen Fällen sind ganz ähnlich wie die eben beschriebenen.

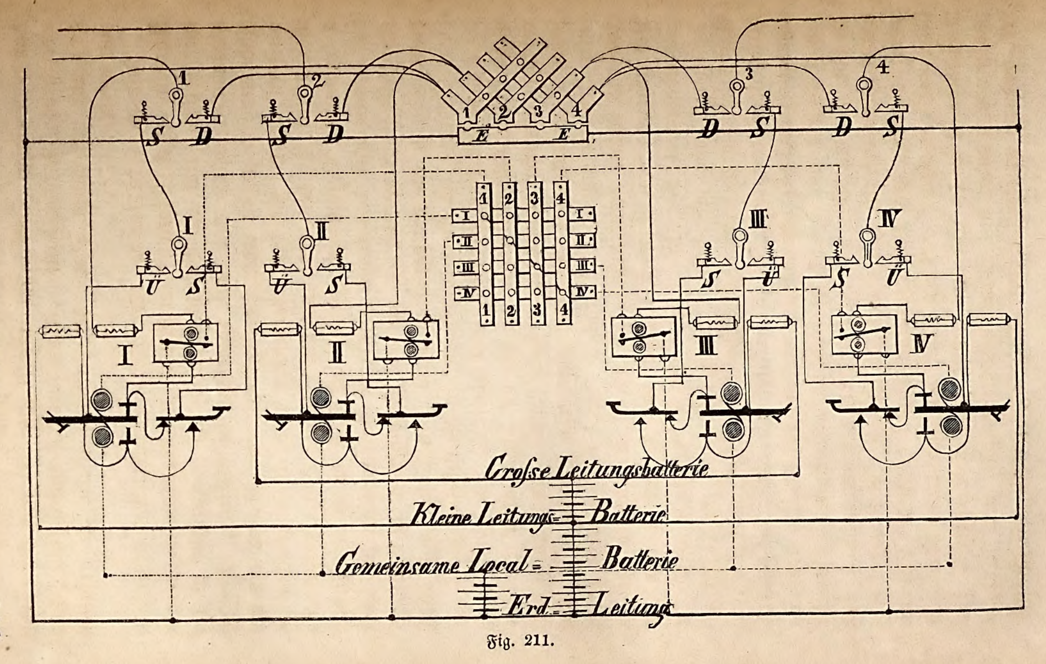
Wollte man zwei Linien, z. B. L_1 und L_3, ohne Translation, unmittelbar mit einander verbinden und die Apparate T_1, S_1 und R_1 circular einschalten, so müßte man x_1 und h_1, eben so x_3 mit h_3 durch Stöpsel verbinden, gleichzeitig aber von der Klemme g_1 anstatt nach y jetzt nach x_3 einen Draht führen; dann geht ein Strom aus L_1 über a_1, c_1, h_1, x_1, d_1, e_1, f_1, g_1, x_3, h_3, c_3 und a_3 nach L_3 weiter und umgekehrt.

Verbindet man h_1, h_2, h_3 und t gleichzeitig durch Stöpsel mit derselben Horizontallamelle, so sind die Apparate der Translationsstation ganz ausgeschaltet und jeder aus einer der drei Linien kommende Strom geht sofort über t zur Erde E. Dabei kann in keiner Linie nach der Translationsstation oder über diese hinaus telegraphirt werden. Zöge man dagegen den in t steckenden Stöpsel heraus, so wären zwar die Apparate der Translationsstation ausgeschaltet, aber es könnten die Stationen der Linien L_1, L_2 und L_3 nach Befinden noch mit einander correspondiren.

Der Zweck und Erfolg der Stöpselungen Fig. 209 und 210 wird später zur Sprache kommen.

262. Wie kann eine große Station mit vielen Apparaten eingeschaltet werden?

Die Einschaltung der Apparate kann, wie schon aus diesem ganzen Kapitel hervorgeht, auf sehr verschiedene Weise erfolgen und doch dabei den gestellten Bedingungen entsprochen werden. Fig. 211 giebt ein besonders empfehlenswerthes Stromschema (von Frischen) für eine große Station. Dasselbe zeigt nur vier Apparate, doch lassen sich zwischen II und III noch eine beliebige Anzahl Apparate einschalten, wenn demgemäß die Metallschienen der Umschalter vermehrt werden. Es ist hierbei angenommen,



Grosse Leitungsbatterie
Kleine Leitungs-Batterie
Gemeinsame Local-Batterie
Erd-Leitung

Fig. 211.

daß nach einigen Seiten hin (mit II und III) mit der vollen oder großen Leitungsbatterie, nach anderen Linien (mit I und IV) nur mit einem Theile der Leitungsbatterie zu arbeiten sein werde.

Für die Stations- oder Normalstellung stehen alle Kurbeln auf S (Station), im dreieckigen Stöpselumschalter alle vier Stöpsel auf der Erdschiene EE, im viereckigen in der diagonalen, durch eine Linie angedeuteten Richtung. Wie die Abbildung zeigt, ist jeder Apparat mit zwei Galvanoskopen versehen, einem für den abgehenden und einem zweiten im Relaiskreise für den ankommenden Strom. Ein aus Leitung 1 kommender Strom geht dann über SIS durch den Taster, das Relais und das rechts befindliche Galvanoskop zur Erde E. Beim Forttelegraphiren geht der Strom von der Leitungsbatterie durch das Galvanoskop links, den Taster und durch die S-Schienen der Kurbelumschalter in die Leitung 1.

Translation zwischen zwei Linien. Zur Vermeidung vieler Apparat-Regulirungen ist für die Translation die Einrichtung getroffen, daß durch dasselbe Relais, auch durch denselben Schreibapparat, stets der zugehörige Strom geht. Bei einer Uebertragung von 1 nach 2 oder 1 nach 4 wird daher nur das Relais vom Apparat I afficirt, deßgleichen bei der Uebertragung von 1 nach 4 oder von 3 nach 4 nur der Schreibapparat von IV. Für die Translation wird die Stationsstellung nur insoweit verändert, daß im viereckigen Umschalter die entsprechenden Stöpsel umgesteckt und die zwei betreffenden Kurbeln auf Ü (Uebertragung) gestellt und dadurch gleichzeitig die Taster ausgeschaltet werden. Bei der Uebertragung von 1 nach 3 und umgekehrt sind im viereckigen Umschalter die zwei Stöpsel bei 1 und I, 3 und III herauszunehmen und am Kreuzungspunkte von 1 und III, so wie von 3 und I einzustecken. Dann geht der Linienstrom von 1 durch den Schreibhebel und das Relais in I zur Erde, der Localstrom durch den Relaishebel I in die Schienen 1 und III des viereckigen Umschalters und durch den Schreib-Elektromagnet vom Apparat III, wodurch letzterer die Linienbatterie nach Leitung 3 schließt.

Umgekehrt geht der Linienstrom aus 3 durch den Schreibhebel und das Relais in III zur Erde, der Localstrom durch den Relaishebel von III in die Schienen 3 und I des viereckigen Umschalters und durch den Schreib-Elektromagnet von Apparat I, wodurch letzterer die Linienbatterie nach Leitung 1 schließt.

Circularverbindung zwischen zwei Linien. Um die beiden Leitungen 1 und 4 circular mit einander zu verbinden, wird die Stationsstellung dieser Leitungen dahin abgeändert, daß die Stöpsel 1 und 4 aus der EE-Schiene entfernt und dafür ein Stöpsel in den Kreuzungspunkt der Schienen 1 und 4 des dreieckigen Wechsels eingesteckt wird. Der Circularstrom setzt jetzt beide Apparate I und IV zum Mitlesen in Thätigkeit. Stellt man dagegen die Kurbel 1 auf D (direct), so ist dadurch der Apparat I ganz ausgeschaltet und nur auf IV mitzulesen; stellt man statt dessen die Kurbel 4 auf D, so kann man nur auf Apparat I mitlesen.

Die directe Verbindung beider Linien erreicht man dadurch, daß man beide Kurbeln auf D stellt und im dreieckigen Stöpselumschalter den Stöpsel im Kreuzungspunkte der betreffenden Leitungen beläßt. Beide Apparate sind dann ganz ausgeschaltet.

Die Erdverbindung bei Gewitter wird hergestellt, wenn man die betreffenden Stöpsel in der EE-Schiene läßt und die zugehörigen oberen Kurbeln auf D stellt.

263. Auf welche Weise werden die Apparate zur Translation für Ruhestrom verbunden?

Wollte man zwei Ruhestromlinien (Fr. 247) in ähnlicher Weise wie zwei Arbeitsstromlinien zur Translation verbinden, so würde, wenn ein aus L_1 angekommenes Zeichen in L_2 weitergegeben werden soll, auch im Relais R_2 der Ankerhebel in die Ruhelage gehen und S_2 dieses Zeichen mitschreiben, wobei aber der vom Strom aus L_1 durchlaufene Schreibhebel in S_2 eine neue, unbeabsichtigte Stromunterbrechung in L_1 veranlassen müßte. Um dieser Verwirrung der Correspondenz vorzubeugen, wählte C. Frischen in Hannover die

in Fig. 212 skizzirte Einschaltung, brachte aber vor dem Schreibhebel noch eine kleine Feder c an, welche für gewöhnlich an der Contactschraube f anliegt, von dem niedergehenden Schreibhebel aber mittels eines an diesem angebrachten Elfenbeinstückchens von f entfernt wird.

Soll die Translationsstation in zwei getrennte Stationen zerlegt werden, so stehen die Kurbeln der Umschalter W_1 und W_2 auf der Feder S. Für gewöhnlich geht dann der Ruhestrom aus L durch das Relais R, den Wechsel W über S nach dem

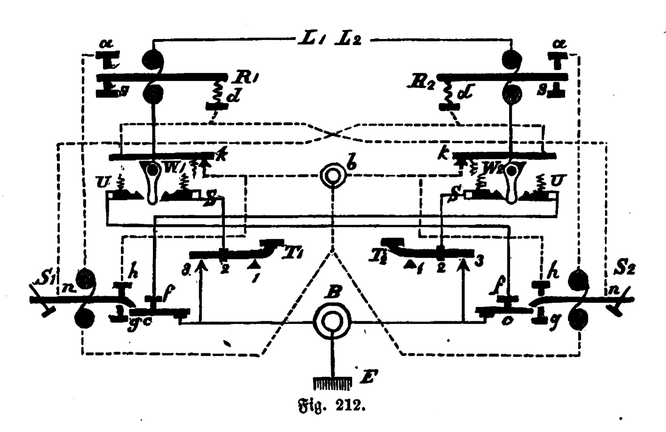


Fig. 212.

Taster T und von dessen Contact 3 durch die Batterie B zur Erde E. Wird durch Niederdrücken eines Tasters der Ruhestrom unterbrochen, so legt sich der Relaishebel an die Schraube a und schließt den Strom der Localbatterie b über den Hebel k, die Feder d und a durch den Schreibapparat S.

Bei **Uebertragung** stehen die Kurbeln W_1 und W_2 auf U und heben dabei den Hebel k von seinem Contacte los. Soll jetzt der Localstrom den Schreibapparat S_1 durchlaufen, so muß er von b nach der Contactschraube h und der Achse n des Schreibhebels in S_2 gehen, um nach d in R_1 und dann über a durch S_1 zu gelangen. Wird nun in L_1 durch Niederdrücken

eines in diese Linie eingeschalteten Tasters der Ruhestrom unterbrochen, welcher bis dahin aus L_1 durch R_1 nach U in W_1, nach f und c in S_2 und durch B zur Erde lief, so legt sich der Hebel von R_1 an a und der Schreibhebel in S_1 schreibt das Zeichen nieder, unterbricht aber auch zugleich den Stromweg aus L_2 (über U in W_2, f und c in S_1 nach B und E), indem er in L_1 c von f abhebt. Es geht jetzt zwar auch in R_2 der Hebel an a, ohne jedoch die Localbatterie b durch S_2 hindurch zu schließen, weil in S_1 der Schreibhebel nicht an h anliegt. Ganz ähnlich sind die Vorgänge, wenn der Ruhestrom in L_2 unterbrochen wird*).

264. Wie läßt sich eine Ruhestromlinie und eine Arbeitsstromlinie zur Translation verbinden?

Die Einschaltung in Fig. 212 läßt sich leicht so abändern, daß die eine Linie, z. B. L_2, mit Arbeitsstrom betrieben werden kann. Dann fällt in W_2 der Hebel k, in S_1 die Feder c weg; g in S_1 wird mit B, n in S_1 mit U in W_2, L_2 mit der Kurbel n W_2, 1 (nicht 3) in T_2 mit B, d in R_2 mit b, die Rollen von R_2 aber einerseits mit E, andererseits zugleich mit 3 in T_2 und h in S_1 verbunden, während in R_2 der Draht von a an s zu legen ist.

Soll für die Arbeitsstromlinie A L kein Relais benutzt, sondern der Schreibapparat S_1 in die Linie eingeschaltet werden, so kann man die in Fig. 213 skizzirte, von Klehmet angegebene, sehr einfache Einschaltung benutzen. Bei der Stationsstellung sind die Lamellen 2 und 5, 3 und 6 in W durch einen Stöpsel verbunden, 7 und 8 in U nicht; bei der Translationsstellung dagegen 1 und 5, 4 und 6 in W, so wie 7 und 8 in U. Bei der Uebertragung wird, während ein Zeichen auf der Arbeitsstromlinie gegeben wird, das Ansprechen des Schreibapparates S_2 der Ruhestromlinie RL und die in Folge dessen auftretende

*) Einige andere Einschaltungen für Ruhestromlinien, namentlich auch für Translation zwischen zwei solchen, oder einer Ruhestrom- und einer Arbeitsstrom-Linie ohne Benutzung von Relais, theilt Maron in der Zeitschrift des deutsch-österreichischen Telegraphen-Vereins (Jahrg. XIV S. 239) mit. Deßgleichen Hämpfler ebend. J. XIV S. 15 und Hottenroth J. XVI S. 115.

Selbstunterbrechung der Arbeitsstromlinie A L dadurch verhütet, daß der Schreibapparat S_1 der Arbeitsstromlinie beim Anschlagen auf den Arbeitscontact g die Localbatterie b kurz schließt; daher muß der Hebel dieses Schreibapparates den Contact g schon erreicht haben, bevor der Hebel des Relais R der Ruhestromlinie sich an die Contactschraube a legt.

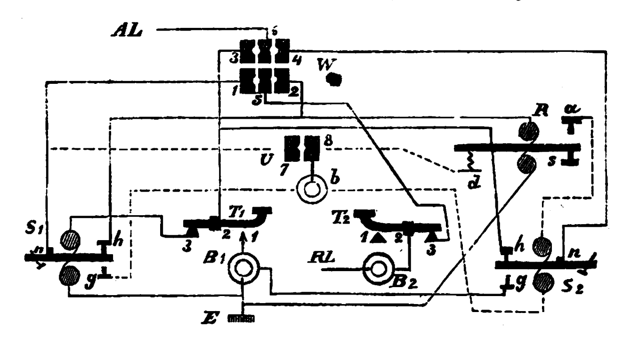


Fig. 213.

Der Stromlauf bei der Stationsstellung ist leicht zu verfolgen: Ein Strom aus A L geht von 6 nach 3 in W, 2 und 3 in T_1 durch S_1 zur Erde E; ein abgesendeter Strom geht von B_1 über 1 und 2 in T_1 und 3 und 6 in W nach A L. Der Ruhestrom in R L geht von B_2 über 2 und 3 in T_2, 5 und 2 in W durch R zur Erde E; wird dieser Strom unterbrochen, so legt sich der Relaishebel von der Schraube s an a und schließt dadurch die Localbatterie b durch die Rollen von S_2.

Während der Uebertragung geht ein aus A L kommender Strom von 6 nach 4 in W, von n nach h in S_2, von 2 nach 3 in T_1 und durch die Rollen des Schreibapparates S_1 zur Erde E; S_1 schreibt das Zeichen und unterbricht dabei zugleich den Weg des Ruhestroms, welcher vorher aus R L über 2 und 3 in T_2, über 5 und 1 in W, über n und h in S_1 und durch die Rollen des Relais R zur Erde E ging; daher wird das aus A L eingelangte Zeichen nach R L weiter gegeben und dabei

spricht zwar das Relais R an, nicht aber der Schreibapparat S_2, weil die Localbatterie b nicht blos durch die Rollen von S_2, sondern durch den Hebel von S_1 auch kurz geschlossen ist, weßhalb der Hauptzweig des Stromes den kurzen Weg b, 8, 7, n, g, b wählt. Wird dagegen auf der Ruhestromlinie RL durch Unterbrechen der Batterie B_2 ein Zeichen gegeben, so erscheint dasselbe auch auf dem Relais R der Translationsstation, der Relaishebel schließt die Localbatterie b durch die Rollen des Schreibapparats S_2, und dieser schreibt das Zeichen, weil b nicht gleichzeitig kurz geschlossen ist; daher geht jetzt ein Strom der Arbeitsbatterie B_1 über g und n in S_2, über 4 und 6 in W in die Arbeitslinie AL, giebt also das Zeichen in diese weiter.

265. Wozu dient der Submarin- oder Untersee-Taster?

Schon in Fr. 239 wurde angedeutet, daß es beim Betrieb unterseeischer Linien zweckmäßig sei, nach jedem Telegraphirstrome die Leitung durch einen Gegenstrom theilweise zu entladen. Dazu dient unter Anderm auch der Submarintaster von Siemens und Halske, dessen Einrichtung in Fig. 214 skizzirt ist. Liegt die Kurbel a des Wechsels auf der Feder r, so ist das Relais R in die Linie L eingeschaltet und zum Empfange von Telegrammen bereit. Stellt man den Arm a auf die Feder s, so ist der Taster T zum Sprechen eingeschaltet und sendet in seiner Ruhelage den Strom der Gegenbatterie B_2 über 3, in der Arbeitslage aber den Strom der Telegraphirbatterie B_1 über 1 in die Leitung L. Damit der letzte Entladungsstrom, wenn a von s wieder auf r gestellt wird, nicht durch R gehe, streift a im Vorbeigehen an den mit der Erde verbundenen Contact e. Im Submarintaster ist nun aber kein besonderer Wechsel vorhanden, sondern die eben erwähnte Umschaltung

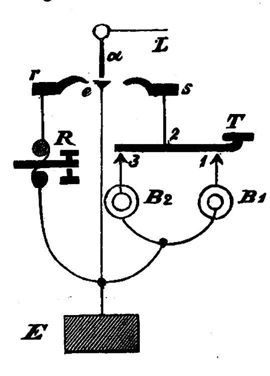


Fig. 214.

besorgt der Tasterhebel. Die wie gewöhnlich mit der Leitung verbundene Achse des Tasterhebels ruht mit ihren Lagerständern auf einer um eine verticale Achse drehbaren Metallschiene, welche für gewöhnlich durch eine Feder an einen (r entsprechenden) nach dem Relais R führenden Contact angepreßt wird; in dieser Lage kann der Tasterhebel nicht niedergedrückt werden, da er gerade über einem Anschlage der Grundplatte liegt. Erst wenn der Tasterhebel zugleich mit der Schiene ein Stück um jene verticale Achse gedreht und dabei durch die Schiene eine an seinem Ruhecontacte 3 angebrachte Feder mit dem nach der Gegenbatterie führenden Contacte in Berührung gebracht worden ist, kann der Tasterhebel niedergedrückt werden.

Zugleich mit dem Submarintaster verwenden Siemens und Halske ihr polarisirte Relais oder ihren polarisirten Schwarzschreiber, welcher letztere auch bequem als Translator dienen kann.

Um den Rückströmen den Weg durch das Relais R abzuschneiden, versah Lacoine den Taster (Fig. 215) nicht mit festliegenden, sondern mit zwei federnden Contacten c und d; die Feder d liegt für gewöhnlich an dem Anschlage b, wird aber durch den Contact 1 des Tasterhebels von b entfernt; die Feder c wird in der Ruhelage durch den Contact 3 des Tasterhebels abwärtsgedrückt und legt sich erst, wenn der Taster niedergedrückt wird, an den Anschlag a an; während des Niederdrückens und ebenso während des Rückganges des Tasters giebt es aber einen Moment, wo der Tasterhebel die beiden Federn c und d zugleich berührt und dadurch die Linie L behufs der Entladung derselben kurz mit der Erde E verbindet, während im Ruhezustande ein Strom aus L seinen Weg über c, 3, 2 durch das Relais R zur Erde nehmen muß. Ist der Taster so weit niedergedrückt, daß c sich an a legt, so ist die Batterie B zwischen Linie und Erde eingeschaltet.

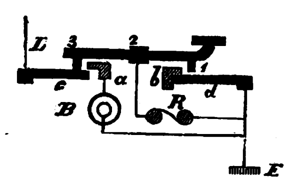


Fig. 215.

266. Welche Einrichtung hat der Zinksender von Maron und der Kabeltranslator oder Switch von Varley?

In Fig. 216 ist eine vom Geh. Reg.-Rath Maron angegebene Einschaltung des Tasters für Unterseestationen skizzirt. Die Achse des gewöhnlichen Morse-Tasters T ist mit der Leitung L, der Ruhecontact 3 mit der Achse f eines polarisirten Relais P (des Zinksenders) verbunden, dessen Ruhecontactschraube k mit den Rollen des (ebenfalls polarisirten) Relais R in Verbindung steht; die Elektromagnetkerne des Zinksenders haben aber doppelte Umwickelungen, die der Deutlichkeit wegen in Fig. 216 gesondert gezeichnet sind. Beim Niederdrücken des Tasters T sendet die Arbeitsbatterie (Kupferbatterie) K ihren Strom durch P nach q und in die Leitung L; dabei legt sich der Hebel des Zinksenders an die Schraube c; sobald daher der Tasterhebel den Ruhecontact 3 wieder erreicht hat, sendet dann die Gegenbatterie (Zinkbatterie) Z einen kurzen Entladungsstrom durch die andere Umwickelung von P über p und c nach f, 3, 2 in die Leitung L. Dieser Gegenstrom bringt zugleich, sich selbst unterbrechend, den Hebel des Zinksenders P wieder in seine Ruhelage an die Schraube k, so daß jetzt ein aus L kommender Strom seinen Weg über 2, 3, f, k durch die Rollen von R zur Erde E nehmen kann.

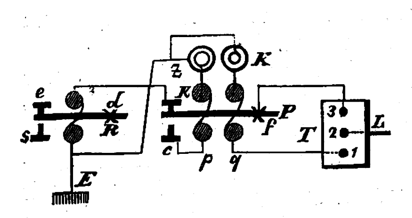


Fig. 216.

Eine ähnliche Einrichtung und Bestimmung hat der Switch oder Kabeltranslator von Varley; der Switch hat nur eine einfache Umwickelung, ähnlich wie der in Fig. 217 abgebildete Zinksender, doch ist die von Varley gewählte Einschaltung minder einfach, als die in Fig. 217.

267. Wie lassen sich unter Anwendung des Zinksenders eine unterseeische und eine oberirdische Leitung zur Translation verbinden?

Die Translationseinschaltung (Fig. 217) ist der in Emden zwischen der Unterseeleitung L_1 nach London und der Luftleitung L_2 nach Hamburg zur Anwendung gekommenen nachgebildet. Die Leitungen L_1 und L_2 sind zunächst an die Kurbeln a_1 und a_2 zweier Kurbelumschalter geführt, deren Kurbeln bei getrennter Stationsstellung auf S, bei Uebertragung auf U stehen. Die Localbatterie b wurde der Uebersichtlichkeit halber zweimal abgebildet.

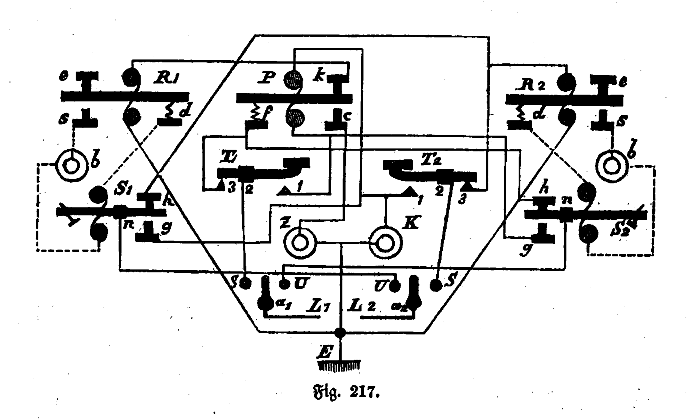


Fig. 217.

Bei Stationsstellung geht ein Strom aus L_2 über a_2, S, 2 und 3 im Taster T_2 durch die Rollen des Relais R_2 zur Erde E; beim Niederdrücken von T_2 sendet die Kupferbatterie K ihren Strom über 1 und 2, S und a_2 in die Leitung L_2. Ein Strom aus L_1 geht über a_1, S, 2 und 3 im Taster T_1 nach der Achse f des Zinksenders P, dessen polarisirter Anker an der Schraube k liegt, und durch die Rollen des (polarisirten) Relais R_1 zur Erde E; beim Niederdrücken von T_1 sendet zunächst die Kupferbatterie K ihren Strom durch die Rollen des Zink-

senders P über 1 und 2 in T_1 nach S, a_1 und nach L_1; dabei legt sich der Hebel von P an die Schraube c, und sobald dann der Taster T_1 in seine Ruhelage zurückgekommen ist, sendet die Zinkbatterie Z einen kurzen Entladungsstrom über c, f, 3 und 2 in T_1, S und a_1 nach L_1, welcher Strom jedoch aufhört, sowie die Feder f den Hebel in P wieder von c abhebt.

Bei der Uebertragung nimmt der Strom aus L_1 seinen Weg über a_1, U, n und h im Schreibapparat S_2, über f und k in P und durch R_1 zur Erde E; der Schreibapparat S_1 spricht an und sendet den Strom der Kupferbatterie über g und n in S_1 nach U, a_2 und L_2. Ein aus L_2 kommender Strom gelangt über a_2, U, n und h in S_1, durch R_2 zur Erde E; der Hebel des ansprechenden Schreibapparates S_2 sendet zunächst den Strom der Kupferbatterie K durch die Rollen von P, über g und n in S_2 nach U, a_1 und L_1, wobei der Hebel von P sich an die Schraube c legt; sobald daher der Hebel von S_2 die Schraube h wieder erreicht hat, entsendet die Zinkbatterie einen kurzen Entladungsstrom über c, f, h und n in S_2, U und a_1 nach L_1, bis die Feder f den Hebel von P wieder von c entfernt hat.

268. Worin besteht das Zweigsprechen?

Beim Zweigsprechen wird jedes auf einer Linie in einem Telegraphenamte einlangende Zeichen von diesem Amte aus durch die Apparate selbstthätig, ohne Zuthun eines Beamten in mehrere Linien weitergegeben, entweder mit oder ohne Translation. Erfolgte bei der Einschaltung nach Fig. 205 die Stöpselung nach Fig. 209 und würde g_1 (anstatt mit y) unmittelbar mit x_2 verbunden, so ginge ein aus L_1 kommender Strom über a_1 und c_1 in T_1 nach h_1, x_1, d_1, e_1, f_1, g_1 und aus x_2 durch T_2 und T_3 zugleich in L_2 und L_3 weiter. Eben so verzweigt sich jeder Strom aus L_2 oder L_3 nach L_1 und L_3 oder nach L_1 und L_2. Die Zeichen erscheinen dabei stets auf R_1 und S_1.

Bliebe g_1 mit y verbunden, so könnte man bei der Stöpselung nach Fig. 210 aus L_1 unter Translation nach L_2 und

L_3 sprechen. Der Strom aus L_1 läuft dann über a_1, c_1, h_1, z_2, k_2, l_2, n_2, p_2, x_1, d_1, e_1, f_1, g_1 und y zur Erde E; das Relais R_1 schließt dabei die Localbatterie b und darauf der Schreibhebel in S_1 die Linienbatterie B über q, r_1, l_1, k_1, z_1 und von da getheilt über h_2 und h_3 durch T_2 und T_3 nach L_2 und L_3. In der entgegengesetzten Richtung kann zwar ebensowohl L_2 als L_3 unter Translation nach L_1 sprechen, allein dabei erhält im ersteren Falle L_3, im anderen L_2 die Zeichen aus L_2 oder L_3 nicht mit. Sollte dies nicht zulässig sein, so müßte man stets umstöpseln, sobald L_2 oder L_3 zu sprechen beginnt. Eine Einschaltung, bei welcher jede der drei Linien ohne Weiteres mit Translation in die beiden anderen sprechen kann, ist zwar möglich, aber zu verwickelt und erfordert zu viel Apparate.

269. Was ist eine Schleifenlinie?

Eine Drahtleitung, welche von einer Haupt-Telegraphenleitung nach einem seitwärts liegenden, meist weniger wichtigen Telegraphenamte abzweigt und von dort nach der Hauptleitung zurückgeführt wird, nennt man eine Schleifenlinie. Die Anlegung einer solchen Schleife ist nur dann nöthig, wenn an der Stelle, wo die Schleife von der Hauptleitung abzweigt, kein Telegraphenamt liegt, denn sonst würde man in diesem einen Wechsel aufstellen und nur eine einfache Leitung nach dem seitwärts liegenden Orte führen. Da, wo die Schleife von der Hauptleitung abzweigt, muß die letztere zerschnitten und ihre Enden mit den beiden von der Schleifenstation kommenden Drähten vereinigt werden. Will man nun nicht, daß der ganze Verkehr auf der Hauptleitung den Umweg über die Schleifenstation macht, will man vielmehr die Hauptleitung von allen in der Schleife etwa vorkommenden Störungen und Unterbrechungen unabhängig machen, so muß man an der Stelle, wo die Schleife abzweigt, Apparate aufstellen, welche selbstthätig die Schleife in die Hauptleitung einschalten oder aus ihr ausschalten, jenachdem die Schleifenstation in den Verkehr

gezogen oder von ihm ausgeschlossen werden soll. Die erste, ziemlich verwickelte und viele Apparate erfordernde selbstthätige Ein- und Ausschaltung einer Schleife gab Dr. A. Bernstein in Berlin 1857 an. Man braucht aber dazu eigentlich nur ein einziges polarisirtes Relais R (Fig. 218), dessen Ankerhebel, so lange in der Hauptleitung L L_1 mit positiven Strömen telegraphirt wird, sich an die Stellschraube s anlegt und diese Ströme auch in der Schleifenlinie l l_1 nach der Schleifenstation zu gehen nöthigt, während er durch negative Ströme sich an die andere Stellschraube s_1 legt und dadurch diesen Strömen unter Ausschaltung der Schleife einen kürzeren Weg aus

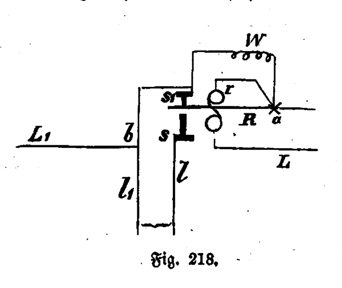


Fig. 218.

L durch die Rollen r von R, über a, s_1 und b nach L_1 eröffnet. Schaltet man zwischen der Achse a des Relaishebels und s_1 einen entsprechend großen Widerstand W ein, so wird dieser weder bei eingeschalteter noch bei ausgeschalteter Schleife einen nachtheiligen Einfluß auf den Strom in der Hauptlinie ausüben, wohl aber eine Unterbrechung der Hauptlinie für den Fall verhüten, wo entweder die Schleifenlinie unterbrochen wird, oder der Relaishebel zwischen s und s_1 stehen bleibt; dann kann man nämlich immer noch durch einen Strom über r, a, W, s_1 und b den Hebel an s_1 heranbewegen, um die

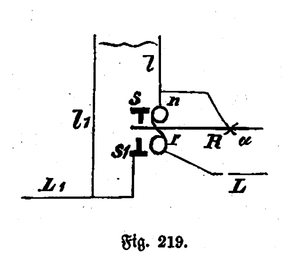


Fig. 219.

Hauptlinie kurz zu schließen. Die Schleifenstation kann bei ausgeschalteter Schleife nur, wenn sie eine Erdleitung an l_1

anlegt, nach L und L_1 sprechen, um etwa die Einschaltung der Schleife zu veranlassen.

Die von C. Frischen 1858 angegebene, in Fig. 219 abgebildete Einschaltung einer Schleifenlinie ist jetzt wohl selbstverständlich. Auch bei ihr bedeutet R ein polarisirtes Relais, dessen um die Achse a drehbarer Hebel durch Herstellung eines kürzeren Stromweges (r, n, a, s_1) die Schleife $l l_1$ ausschaltet, wenn er sich auf die Stellschraube s_1 auflegt.

Einundzwanzigstes Kapitel.

Die Doppeltelegraphie.

270. Was versteht man unter Doppeltelegraphie?

Unter Doppeltelegraphie versteht man die gleichzeitige Beförderung zweier Telegramme auf einem und demselben Drahte. Der (zuerst 1851 und seitdem wiederholt gemachte) Vorschlag, in den Pausen zwischen den Zeichen eines Telegramms auf dem nämlichen Drahte ein zweites Telegramm zu befördern, gehört nicht eigentlich hierher. Bei der eigentlichen Doppeltelegraphie werden die gleichzeitig beförderten beiden Telegramme entweder in gleicher Richtung oder nach entgegengesetzten Richtungen abgesendet. Im ersteren Falle hat man das telegraphische Doppelsprechen, im anderen das telegraphische Gegensprechen. Bis jetzt hat weder das Gegensprechen, noch das Doppelsprechen sich bleibenden Eingang erringen können, und es steht dies auch für die Zukunft wohl kaum zu erwarten, da sich, namentlich in Folge mangelhafter Isolirung, der Ausführung große Schwierigkeiten entgegenstellen und der Gewinn durch die Doppeltelegraphie nicht so wesentlich ist, als es beim ersten Anblicke scheint. Ausführlicheres auch über die Doppeltelegraphie bietet das S. 149 erwähnte Werkchen.

271. Wer erfand und verbesserte das Gegensprechen?

Das telegraphische Gegensprechen, bei welchem die Empfangsapparate beider Stationen ununterbrochen in die Leitung eingeschaltet bleiben müssen, wurde im Juni 1853 von dem österreichischen Telegraphendirector Dr. Wilhelm Gintl erfunden. Gintl und ähnlich Dr. zur Nedden (Januar 1855) und der Schwede Nystrom (December 1855) machte das Relais für die Zeichen der eigenen Station dadurch unempfänglich, daß er dessen Elektromagnetkerne nicht blos vom Telegraphirstrome, sondern zugleich, aber in entgegengesetzter Richtung, vom Strom einer durch den Taster gleichzeitig geschlossenen Ausgleichungsbatterie umkreisen ließ. C. Frischen (März 1854), Siemens und Halske (Herbst 1854), Dr. Stark in Wien (1855), Prof. Edlund in Stockholm (März 1854) und der preußische Telegrapheninspector Maron (1863, mit einer Einschaltung des Empfangsapparates, welche der des Galvanometers bei der in Fr. 65 erwähnten Wheatstone'schen Brücke entspricht) ließen den Telegraphirstrom die Kerne in zwei Zweigströmen von entgegengesetzter Richtung umkreisen, welche sich ebenfalls in ihrer Wirkung auf die Kerne gegenseitig aufhoben. Noch andere Mittel versuchten Kohl in Wien (1862), Dr. Schreder in Wien (1860), Frischen (1863, vgl. Fr. 274) und Andere.

Für die Erklärung des Gegensprechens ist es gleichgiltig, ob man annimmt, daß gleiche aber entgegengesetzt gerichtete Ströme sich gegenseitig vernichten und gleichgerichtete sich verstärken, oder daß verschiedene Ströme neben einander in demselben Drahte (der Telegraphenleitung) zu existiren vermögen.

272. Wie bewerkstelligte Gintl das Gegensprechen?

Dr. Gintl brauchte auf jeder der beiden Stationen A und B (Fig. 220) nur einen Einstiftapparat, einen Taster und ein Relais, deren Einrichtung jedoch in einigen Theilen von der sonst gebräuchlichen abwich.

Der Taster hatte ursprünglich zwei gegen einander isolirte Tasterhebel, welche am vorderen Ende durch ein isolirendes

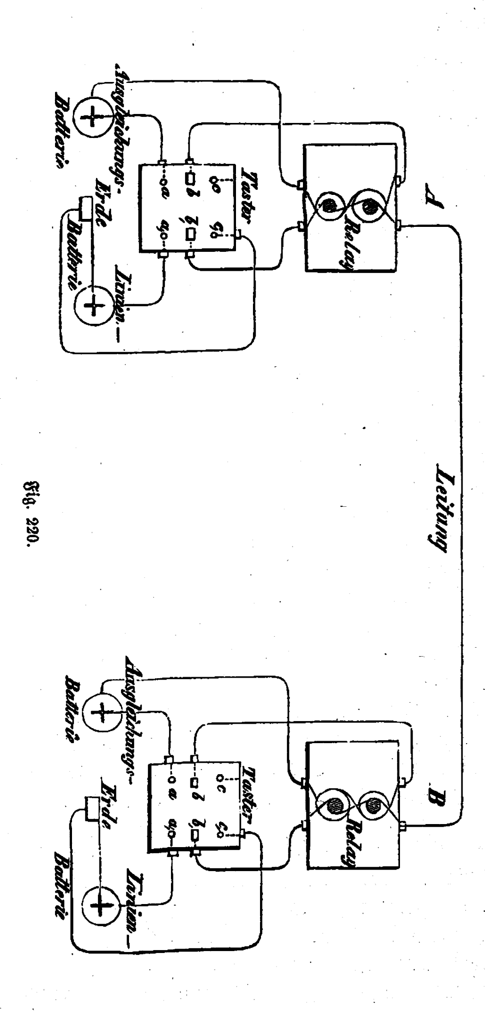

A
Taster
Relay
Ausgleichungs-
Batterie
Erde
Linien-
Batterie
Leitung
B
Taster
Relay
Ausgleichungs-
Batterie
Erde
Linien-
Batterie

Fig. 220.

Querstück verbunden sind, im Ruhestande auf den Contactpunkten c und c_1 aufliegen, sich um die Achsen b und b_1 drehen lassen und beim Niederdrücken mittels eines auf jenem Querstücke sitzenden Knopfes genau zu gleicher Zeit mit den Contactpunkten a und a_1 in Berührung kommen. Das Relais enthält, abweichend von dem gewöhnlichen Morse'schen, eine doppelte Umwickelung um die Eisenkerne; von den zwei Enden der inneren Lage steht das eine mit der Achse b_1 des rechten Tasterhebels, das andere mit der Leitung in Verbindung; das eine Ende der darüber gelegten Drahtwindungen aus stärkerem Drahte ist mit der Achse b des linken Tasterhebels, das andere mit dem einen Pole einer besonderen Localbatterie, Ausgleichungsbatterie genannt, verbunden, deren zweiter Pol an den Arbeitscontact a des linken Tasterhebels geführt ist; der eine Pol der Linienbatterie ist mit dem Arbeitscontact a_1 des rechten Tasterhebels verbunden, der andere zur Erde abgeleitet, zu der auch vom Ruhecontact c_1 des rechten Tasters ein Draht führt. Die innere und äußere Drahtlage des Relais sind natürlich gegen einander isolirt.

Wenn nun auf der Station A der Doppeltaster niedergedrückt wird, so geht der Strom der Linienbatterie durch den Ambos a_1 des rechten Tasters zur Achse b_1 desselben, in die inneren Windungen des Relais und in die Leitung, hierauf durch die inneren Windungen des Relais der Station B und dort durch die Achse b_1 und den Contact c_1 zur Erde, in welcher er bis A und zur Linienbatterie daselbst zurückkehrt. Der Strom der Ausgleichungsbatterie der Station A durchläuft zu gleicher Zeit über a und b die äußeren Windungen des Relais. Die Stärke der Linien- und der Ausgleichungsbatterie und die Anzahl und die Umwickelungsrichtung der inneren und äußeren Drahtwindungen oder die Einschaltung der Batterie-Pole muß so gewählt sein, daß der durch den einen Strom im Relais erzeugte Magnetismus der Eisenkerne durch den anderen, entgegengesetzt wirkenden Strom vollständig aufgehoben wird. Obgleich daher der Strom der Linienbatterie durch das Relais der Abgangsstation geht, so wird der Hebel dieses Relais doch

nicht von den Eisenkernen desselben angezogen, wohl aber erzeugt derselbe auf der entfernten Station B, wo er nur die inneren Windungen durchläuft, temporären Magnetismus, so daß dort der Relaishebel angezogen wird und somit die gewöhnliche Localbatterie durch das Schreibwerk schließt, welches letztere in Fig. 220 nicht angegeben ist.

Wenn aber auf der Station B der Doppeltaster gleichzeitig niedergedrückt wird, so geht daselbst der Strom der eigenen Linienbatterie ebenfalls durch die inneren Relaiswindungen und in die Leitung, der Strom der Ausgleichungsbatterie nur durch die äußeren Windungen; diese beiden Ströme compensiren sich in B, gleichwie es in A geschah, in ihrer elektromagnetischen Wirkung, und es bleibt daher nur der von A herkommende Strom im Relais der Station B wirksam, d. h. der Relaishebel bleibt angezogen. Wird auf einer Station der Taster losgelassen, so bleibt der Relaishebel daselbst dennoch angezogen, weil dann gleichzeitig der Strom der eigenen Linienbatterie und der Strom der Ausgleichungsbatterie aufhört, aber der Strom der Linienbatterie von der entfernten Station her noch im inneren Relais seine Wirkung äußert. So lange aber der Doppeltaster niedergedrückt ist, geht der von der fremden Station kommende Strom nicht durch b_1 und c_1 zur Erde, sondern durch b_1 und a_1 und durch die Linienbatterie hindurch. Es können sonach beide Stationen gleichzeitig verschiedene Zeichen geben und empfangen, ohne sich gegenseitig zu stören. Auch ist es gleichgiltig, ob die von beiden Stationen in die Leitung gesendeten Ströme die nämliche Richtung haben (wie nach Fig. 220) oder entgegengesetzte.

Der beschriebene Gegensprecher hat indeß mehrere Mängel: Während der kurzen Zeit der Bewegung des Tasterhebels, während derselbe also *schwebt*, d. h. weder mit c_1, noch mit a_1 in Berührung ist, kann der von der fremden Station kommende Strom nicht zur Erde gelangen und wird somit unterbrochen; ferner ist es bei dem wechselnden Widerstand in der Leitung schwierig, die Linien- und die Ausgleichungsbatterie immer in solcher Stärke zu erhalten, daß beim Niederdrücken

des Doppeltasters kein Magnetismus im eigenen Relais erzeugt wird; endlich kann beim gleichzeitigen Telegraphiren in beiden Richtungen eine Beantwortung des Rufes, eine Correctur oder eine Collationirung nur dann erfolgen, wenn man die eigene zu gebende Depesche unterbricht. Einen dieser Einwände, nämlich die Schwierigkeit, die Stärke der Ausgleichungsbatterie der Stärke der Linienbatterie anzupassen, hat Dr. Gintl später dadurch beseitigt, daß er zum Gegensprechen den chemischen Einstiftapparat (vgl. Fr. 111) anwandte. Wenn der positive Strom der Linienbatterie aus dem Platinstift austritt, durch den feuchten mit Jodkaliumlösung getränkten Papierstreifen hindurch auf die Metallwalze und in die Leitung geht, und wenn der positive Strom der Ausgleichungsbatterie gleichzeitig in umgekehrter Richtung aus der Metallwalze in den Platinstift tritt, so entstehen keine Zeichen, selbst wenn die Stromstärken dieser beiden Batterien merklich von einander verschieden sind. Dies hat seinen Grund darin, daß der entgegenwirkende Strom der Ausgleichungsbatterie eine Ausscheidung von Bestandtheilen am Platin veranlaßt (vgl. Fr. 58 und 66), die dasselbe gleichsam passiv oder unfähig machen, eine Färbung des Papieres durch Zersetzung des Jodkaliums hervorzubringen. Diese Färbung durch Zersetzung erfolgt jedoch sogleich, wenn der positive Strom der entfernten Station hinzukommt und aus dem Platin in das feuchte Papier eintritt.

Den oben beschriebenen Doppeltaster wandelte Dr. Gintl in einen einfachen mit fünf Contacten um, indem er den vorderen Theil des Tasterhebels bis etwas über die Achse hinaus aus zwei von einander durch Elfenbein isolirten Längshälften herstellte, von denen die rechte mit dem Achsenende b_1 verbundene Hälfte (für die Linienbatterie) im Ruhestande auf dem hinteren Contact c_1 lag, die andere mit dem Achsenende b in leitender Verbindung stand, während beim Niederdrücken beide Hälften gleichzeitig vorn auf die zwei getrennten Ambosse a und a_1 aufstießen und hierdurch die Linien- und Ausgleichungsbatterie gleichzeitig schlossen.

273. Welche Einrichtung gaben Frischen und Siemens-Halske dem Gegensprecher?

Die Gegensprecher, welche C. Frischen in Hannover einerseits und Siemens und Halske in Berlin andererseits im Jahre 1854 entwarfen, stimmten dem Wesen nach überein. Auch bei ihnen sind indeß die Schwierigkeiten der Ausgleichung der Wirkung der Zweigströme auf das eigene Relais nicht beseitigt. In Fig. 221 ist die Einschaltung zweier Stationen I und II skizzirt, in Fig. 222 ist ein Apparat mit den zugehörigen Theilen und Verbindungsdrähten ausführlicher dargestellt.

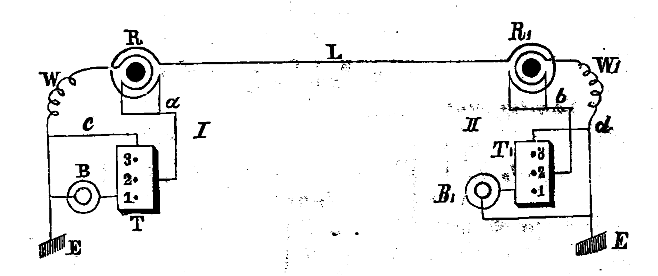


Fig. 221.

In Fig. 221 ist gewöhnliches Relais, aber wieder mit doppelter Umwickelung der Kerne, verwendet. Jeder von Station I fortgehende Telegraphirstrom von B theilt sich bei a in zwei Zweigströme, welche das Relais R in entgegengesetzter Richtung umkreisen und dessen Kerne unmagnetisch lassen, wenn und so lange sie gleichstark sind, d. h. wenn bei W ein eben so großer künstlicher Widerstand für den die inneren Windungen durchlaufenden Zweig eingeschaltet ist, als die Leitung L und die Apparate in Station II dem andern Zweige bieten, und wenn beide Umwickelungen gleich viel Windungen zählen. In Station II dagegen durchläuft der aus L ankommende Zweigstrom 1) bei ruhendem Taster blos die äußeren Windungen von R_1 und geht von b, 2 und 3 über d zur Erde E; 2) bei

arbeitendem Taster wieder blos die äußeren Windungen, geht aber von b über 2 und 1 durch die Batterie B_1 zur Erde E; 3) bei schwebendem Taster erst die äußeren und dann noch die inneren Windungen, um über W_1 und d zur Erde E zu gelangen. In den ersten beiden Fällen geht ein sehr schwacher

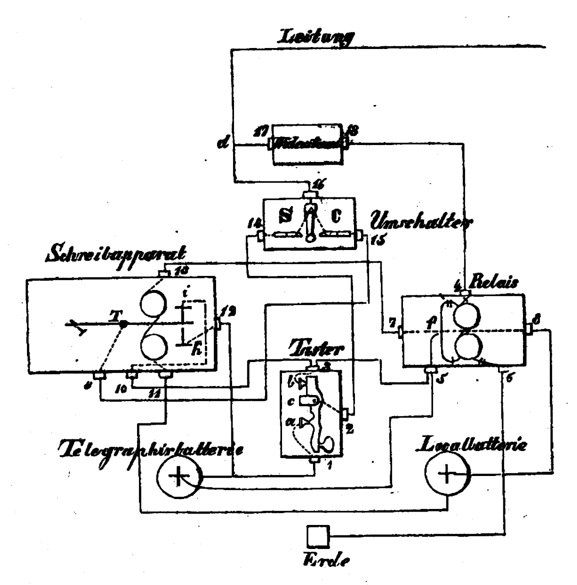


Fig. 222.

Theilstrom von b aus auch noch durch die inneren Windungen und durch W_1, aber in der nämlichen Richtung wie der Haupttheil des Stroms. Im letztern Falle ist der Strom zwar nur etwa halb so stark, als in den beiden ersteren Fällen, wirkt aber aus doppelter Windungszahl und magnetisirt die Kerne von R_1 nahezu eben so stark als in den beiden ersteren Fällen. In allen drei Fällen spricht also R_1 an, während R schweigt. Aehnlich ists, wenn II nach I telegraphirt.

Das (auf S. 192 schon besprochene und skizzirte) Relais in Fig. 222 hat zwei einzelne drehbare Eisenkerne, deren obere und untere Enden beim Durchgange eines elektrischen Stromes entgegengesetzte magnetische Pole erhalten, sich deshalb anziehen und dabei die Localbatterie durch den Schreibapparat hindurch schließen. Die Umwindungen des Relais bestehen wieder aus zwei gleichlangen, gleichstarken und gegen einander isolirten Drähten, die sich bei f vereinigen; jeder dieser beiden Drähte führt aber in dem nämlichen Sinne um beide Kerne, wie Fig. 223 deutlicher zeigt. Die Enden des einen Relaisdrahtes sind mit den Klemmen 4 und 5, die Enden des anderen mit 6 und 5 in Verbindung. Geht nun ein elektrischer Strom

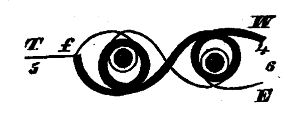


Fig. 223.

durch einen dieser Relaisdrähte allein (also entweder im inneren von 4 über den Punkt f nach 5 oder im äußeren von 6 über f nach 5), so werden die sich gegenüberliegenden Enden der Eisenkerne entgegengesetzt magnetisch und ziehen sich an; tritt dagegen ein Strom von der Klemme 5 aus in das Relais ein, so theilt sich derselbe im Punkte f, geht n dem äußeren Umwindungsdrahte in der Richtung von 4 (f) nach 6, in dem inneren in der umgekehrten Richtung von 6 (f) nach 4 um beide Kerne; beide Zweigströme müssen sich nun in ihrer Wirkung auf die Kerne aufheben, so daß letztere sich weder anziehen, noch abstoßen. Deßhalb ist wieder zwischen der Klemme 4 des Relais und dem Punkte d der Leitung ein aus feinem Neusilberdraht bestehender „Widerstand" (Rheostat, vgl. Fr. 64) mit den Klemmen 17 und 18 eingeschaltet, welcher durch einfache Kurbelstellung von Meile zu Meile (von 1 bis 100 Meilen) verändert werden kann, und der (bei gleicher Windungszahl beider Umwickelungen) dem Widerstande in der benutzten Telegraphenleitung gleichgemacht werden muß.

Beim Geben und Empfangen von Nachrichten steht die Kurbel des Umschalters auf der Feder S; die Stellung auf C

hat einen besonderen Zweck, der weiter unten erklärt werden wird. Drückt die in Fig. 222 gezeichnete Station ihren Taster nieder, so geht der (negative) Strom der Telegraphirbatterie nach Klemme 5 am Relais und theilt sich bei f in zwei Zweigströme, welche wegen der Gleichheit der Widerstände in ihren Stromkreisen gleichstark sind, aber (wie schon erwähnt wurde) in entgegengesetzter Richtung die Relaiskerne umkreisen, indem der erste über 4, 18, 17 nach d, der andere über 6 zur Erde, in dieser zur entsprechenden Station und durch die Luftleitung nach d kommt, von wo dann beide Zweige wieder vereinigt über 16, 8, 14, und im Taster von 2 nach c, a und 1 zum andern Batteriepole zurückkehren. Das Relais spricht also auf den Strom seiner eigenen Station nicht an. Dies wird allerdings nur so lange andauern, als in dem die entfernte Station enthaltenden Stromkreise die Widerstände eben so wie in dem andern sich nicht ändern; dies ist, wie sich gleich zeigen wird, während der Taster in der entfernten Station bewegt wird, nicht streng der Fall; damit nun während der kurzen Zeit, in welcher der Taster schwebt und die Stärke des die Leitung durchlaufenden Zweigstroms merklich abnimmt, der Relaishebel nicht angezogen werde, darf das Relais nicht zu empfindlich sein. In der entfernten Station dagegen gelangt der die Leitung durchlaufende Zweigstrom zunächst nach d und durchläuft von hier aus, so lange der Taster ruht, fast nur die eine Umwindung des Relais; er geht nämlich zur Klemme 16 des Umschalters, über 8 nach 14, in dem ruhenden Taster von 2 nach c, b und 3, und tritt bei Klemme 5 in das Relais, dessen Kerne er nur in dem äußeren Draht von f in der Richtung von 4 nach 6 umströmt, um dann in der Erde zur ersten Station zurückzukehren; nur ein sehr schwacher Theilstrom geht wieder gleichzeitig von d aus durch den „Widerstand" und durch die inneren Windungen, um sich bei f wieder mit dem ihm gleichgerichteten Hauptstrome zu vereinigen; das Relais der entfernten Station spricht also an und schließt die Localbatterie durch den Schreibapparat hindurch. Hält ferner gleichzeitig auch die entfernte Station ihren Taster niedergedrückt, so wirkt

in jeder Station wieder der eigene fortgehende Strom nicht auf das Relais, der von der andern Station kommende Zweigstrom (jenen schwachen durch den „Widerstand" gehenden Theil abgerechnet) aber geht jetzt über d nach 16, S und 14, in dem niedergedrückten Taster über 2, c, a und 1, durch die Telegraphirbatterie nach 5 und f des Relais, in dem äußeren Drahte in der Richtung von 4 nach 6 zur Erde und zurück zur andern Station. Während endlich der Taster schwebt, also weder mit dem vorderen Contactpunkte a, noch mit dem hinteren b in Berührung ist, werden nicht (wie bei dem Gintl'schen Apparate) die ankommenden Zeichen unterbrochen, sondern der ankommende Zweigstrom der andern Station geht dann ganz durch den „Widerstand", wodurch er zwar auf die Hälfte geschwächt wird, dafür aber auch beide Windungen des Relais in derselben Richtung durchläuft, indem er in Fig. 222 von 4 aus durch den inneren Draht des Relais und hierauf über f noch durch den äußeren Draht in derselben Richtung von 4 nach 6 zur Erde geht. Die elektromagnetische Wirkung des ankommenden Stromzweigs bleibt also immer dieselbe, der Tasterhebel der Empfangsstation mag irgendwelche der drei Stellungen haben, und das Relais jeder Station wird deßhalb ansprechen, so oft und so lange die andere Station den Taster niederdrückt. Die Pole der Telegraphirbatterien auf beiden Stationen können demnach auch hier beliebig eingeschaltet sein.

Diese Apparate bieten außerdem noch den großen Vortheil, daß man beim Einfachsprechen die Collationirung der eigenen zu gebenden Depesche sogleich während des Telegraphirens erhalten kann, indem der Apparat der empfangenden Station als Uebertrager wirken und die Depesche ohne Zuthun eines Beamten sofort selbst auf demselben Drahte zurücktelegraphiren kann, so daß man jeden Augenblick weiß, ob die Depesche an der entfernten Station richtig angekommen ist. Die empfangende Station muß dann die Kurbel S des Umschalters in Fig. 122 rechts auf C stellen und es nimmt der ankommende Strom dann seinen Weg in gleicher Weise (wie früher durch den Taster) über 15, 9, T, i und 10 durch den Schreibapparat nach Klemme 5

am Relais und zur Erde. Ist aber der Schreibhebel T angezogen, so geht der ankommende Strom von T über k und 12 durch die Telegraphirbatterie nach 5; ist T endlich weder mit i, noch mit k in Berührung, so geht der Strom wieder durch den „Widerstand“ und durch beide Windungen des Relais. Der Schreibhebel T schließt nun aber, so lange er mit der unteren Schraube k in Berührung ist, die Telegraphirbatterie der Empfangsstation nach der telegraphirenden Station hin und giebt demnach die empfangenen Zeichen sofort wieder auf demselben Drahte zurück. Der Strom der Telegraphirbatterie geht dann nämlich zu 12, k, T, 9, 15, C, 16 und d, von wo aus er wieder in zwei gleichen Zweigen (einerseits nach der entfernten Station, daselbst zur Erde und nach 6 und f, andererseits durch den „Widerstand“ über 4 nach f) in entgegengesetzter Richtung das eigene Relais durchläuft und zu dem andern Batteriepole zurückkehrt; das eigene Relais spricht demnach nicht an, während auf der entfernten Station die Zeichen so erscheinen müssen, wie sie eben durch den Taster daselbst fortgegeben werden.

274. Wie schaltete Frischen 1863 den Gegensprecher ein?

Im Jahre 1863 versuchte Frischen durch die in Fig. 224 (S. 390) skizzirte Anordnung den störenden Einfluß der Veränderlichkeit der Nebenschließungen zu beseitigen. Dieser störende Einfluß äußert sich bei der Thätigkeit des Gegensprechers in der Weise, daß die Relaisbewegungen zwar beim einfachen Arbeiten exact sind, nicht aber auch dann noch, wenn die empfangende Station auch gleichzeitig Strom absendet; dadurch entsteht aber beim Gegensprechen leicht verworrene Schrift. Diesem Uebelstande kann man durch Anwendung von polarisirten Relais und Doppelbatterien mit Erfolg begegnen. Mit jedem Contacte des Tasters wird eine Batterie verbunden, beide Batterien sind aber mit entgegengesetzten Polen zur Erde abgeleitet. Es werden nun die Widerstände W und W′ entsprechend abgeglichen und dann die Relais, wenn kein Strom vorhanden ist, so eingestellt, daß ihre magnetisirten Anker oder Zungen bei der Bewegung mit der Hand sowohl am Local-

batteriecontact, als auch am Ruhecontact liegen bleiben. Wenn kein Zeichen gegeben wird, liegen die Anker beider Relais durch die überwiegende Wirkung der durch W und W' und die inneren Windungen gehenden localen Zweigströme von K und K' am Ruhecontacte. Beim Niederdrücken des Tasters T auf Station I wird der Strom der Batterie Z den Relaisanker R am Ruhecontact liegen lassen (weil ein Strom von entgegengesetztem Vorzeichen überwiegt, aber in den äußeren,

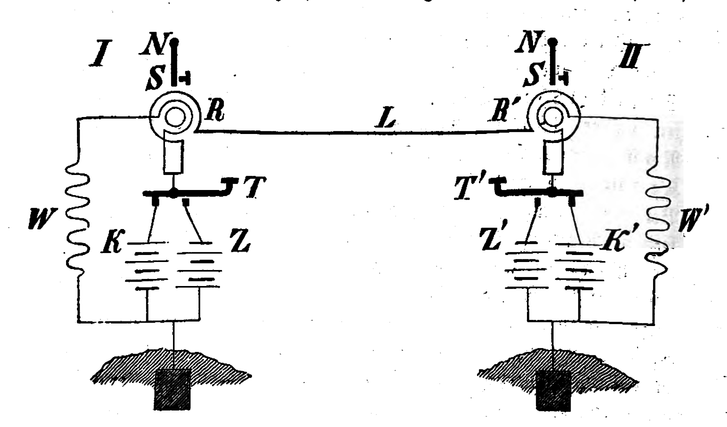


Fig. 224.

entgegengesetzt gewickelten Windungen), den Relaisanker R' aber gegen den Batteriecontact drücken, während beim Loslassen des Tasters T der Strom der Batterie K' auf diesen magnetisirten Anker R' einen entgegengesetzten Einfluß ausüben und ihn wieder gegen den Ruhecontact drücken wird. Ganz derselbe Vorgang findet in Bezug auf Relais R und Taster T' statt. Beim Schweben eines Tasters tritt keine Unterbrechung der Linie ein, weßhalb auch beim gleichzeitigen Niederdrücken beider Taster beide Relais regelrecht arbeiten. Es ergiebt sich nun leicht, daß bei Veränderungen des Widerstandes in der Leitung dies ohne Einfluß auf den sicheren Gang des Gegen=

sprechers sein muß, so lange nicht die Widerstandsungleichheit so groß wird, daß dadurch die Differenz der Einwirkung des abgehenden Stromes in den entgegengesetzten Umwindungen des Relais größer wird, als die Einwirkung durch den ankommenden Strom.

275. Welches sind die Vorgänge beim Doppelsprechen?

Das telegraphische Doppelsprechen wurde ebenfalls von Gintl erfunden, welcher am 19. Juli 1855 seinen Vorschlag der Wiener Akademie der Wissenschaften versiegelt übergab. Eine Lösung derselben Aufgabe veröffentlichten bald darauf Stark (1855), Siemens (1855), Bernstein in Berlin (Oct. 1855), Bosscha in Leyden (27. Oct. 1855), Nyström in Oerebro in Schweden (4. Dec. 1855), Dr. Aug. Kramer in Berlin (13. Febr. 1856), Schreder (1860). Bei der gleichzeitigen Beförderung zweier Telegramme in derselben Richtung kommen drei verschiedene Stromstärken vor, jenachdem ein Zeichen blos auf einem, oder auf dem anderen, oder auf beiden Tastern der telegraphirenden Station gegeben wird; man erlangt diese drei verschiedenen Stromstärken S_1, S_2 und S_3 entweder durch verschieden starke gleichgerichtete oder entgegengesetzte Ströme zweier Telegraphirbatterien. Die beiden Taster müssen so eingeschaltet werden, daß beim Niederdrücken des einen doch die Leitung für den anderen nicht unterbrochen wird, weil sonst die von letzterem gegebenen Zeichen zerrissen werden würden. Sehr empfiehlt sich die in Fig. 225 (S. 392) skizzirte Tastereinschaltung, welche Kramer 1856 für das Doppelsprechen vorschlug, während Gintl sie schon für die eine Methode des Gegensprechens mit dem chemischen Schreibapparate in Vorschlag gebracht hatte. Bei ruhendem Taster ist jede Batterie kurz durch den Tasterhebel geschlossen; dieser kurze Schluß wird beseitigt, sobald der Tasterhebel den Ruhecontact 3 verläßt. Ist blos T_1 oder T_2 niedergedrückt, so sendet blos die Batterie B_1 oder B_2 ihren Strom in die Leitung L und zwar durch den ruhenden Hebel des anderen Tasters. Arbeiten oder schweben beide Taster gleichzeitig, so

senden beide Batterien B_1 und B_2 ihren Strom in die Leitung auf dem Wege L, a, B_1, b, c, B_2, d, E. Man bedarf nun auf der Empfangsstation zwei oder besser drei Relais, welche auf diese drei verschieden starken Ströme ansprechen und die Zeichen auf zwei Schreibapparaten aufzeichnen. Man kann so gleichzeitig zwei Telegramme in derselben Richtung von einer oder auch von zwei verschiedenen Stationen nach einer oder auch nach zwei anderen Stationen befördern.

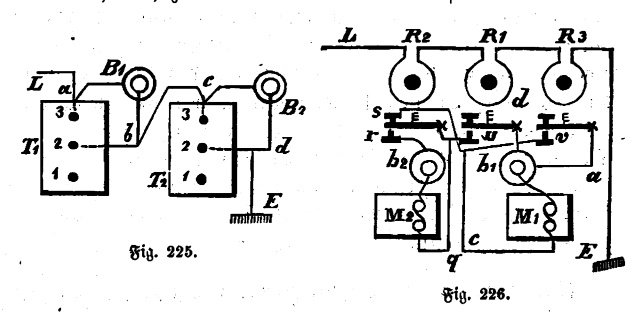


Fig. 225.

Fig. 226.

Die Einschaltung der drei Relais skizzirt Fig. 226 (nach Dr. Stark). R_1 und R_3 sind gewöhnliche, R_2 ein Translations-Relais (Fr. 255); die Federn dieser drei Relais werden so gespannt, daß R_1 auf alle drei Stromstärken S_1, S_2 und S_3 anspricht, während R_2 auf S_2 und S_3, nicht aber auf die von T_1 allein herrührende Stromstärke S_1 anspricht, und der Hebel von R_3 endlich nur durch die Stromstärke S_3, wenn beide Taster T_1 und T_2 zugleich niedergedrückt werden. Der Schreibapparat M_2 ist mit R_2 und der Localbatterie b_2 wie gewöhnlich verbunden und schreibt, so oft R_2 auf die von T_2 herrührende Stromstärke S_2 oder auf S_3 anspricht. Der Schreibapparat M_1 und die Localbatterie b_1 sind mit R_3 über a, v und c wie gewöhnlich, außerdem aber auch noch über d, u, s und c mit R_1 verbunden, so daß also der Hebel und die Ruhecontactschraube s von R_2 in diesen Stromkreis eingeschaltet sind, und dieser demnach durch den Hebel von R_1.

nur dann geschlossen wird, wenn gleichzeitig der Anker von R_2 nicht angezogen, der Hebel dieses Relais also in seiner Ruhelage an s ist. Wird nun T_1 allein niedergedrückt, so spricht auf S_1 blos R_1 an, schließt b_1, und M_1 schreibt das Zeichen nieder. Wird T_2 niedergedrückt, so sprechen auf S_2 zwar R_1 und R_2 an, allein nur M_2 schreibt durch den über r und q gehenden Strom von b_2 das Zeichen; denn b_1 ist nicht geschlossen, weil der Hebel von R_2 sich nicht in der Ruhelage befindet, sondern an der Contactschraube r liegt. Werden T_1 und T_2 gleichzeitig niedergedrückt, so werden alle drei Relaishebel angezogen, b_1 und b_2 geschlossen und M_1 und M_2 schreiben beide. — Die von T_1 gegebenen Zeichen schreibt M_1 theils durch Vermittelung von R_1, theils von R_3; soll nun der Schreibapparat M_1 beim Uebergang von der Schließung durch R_1 zur Schließung durch R_3 und umgekehrt nicht im Schreiben absetzen, so müssen die Relaishebel einen möglichst kurzen Weg zwischen ihren Contactschrauben zurückzulegen haben.

276. Läßt sich das Doppelsprechen mit dem Gegensprechen verbinden?

Die Möglichkeit einer Verbindung des Doppel- und Gegensprechens behauptete zuerst Dr. Stark (15. Oct. 1855) und kurz nachher (27. Oct. 1855) Dr. Bosscha jun. in Leyden, Maron (1863) und Andere. Bei einer solchen Verbindung beider ist es aber noch wichtiger, dafür zu sorgen, daß bei der Tasterbewegung die Linie nicht unterbrochen wird. Man schaltet daher die Batterien am besten so ein, wie Fig. 225 zeigt, so daß die Batterien bei ruhendem Taster über 2 und 3 kurz geschlossen sind und ihren Strom erst in die Leitung senden, wenn der Tasterhebel den Ruhecontact 3 verläßt. Man braucht dann auf jeder der beiden Stationen zwei Taster und drei Relais, welche mit den beiden Schreibapparaten wieder wie beim Doppelsprechen verbunden werden, etwa wie in Fig. 226, während jedes einzelne Relais wieder in der beim Gegensprechen angegebenen Weise für die von seiner Station ausgehenden Ströme unempfindlich gemacht werden muß.

Zweiundzwanzigstes Kapitel.

Geschichtliche und statistische Bemerkungen über die Entwickelung und Ausbreitung der elektrischen Telegraphen.

277. Wann entstanden Telegraphen in den verschiedenen Ländern?

In England ward 1840 eine Leitung mit fünf Drähten für einen Fünfnadel-Telegraphen ausgeführt (vergl. S. 106); 1845 stieg die Länge der Leitungen von 14 auf 108 deutsche Meilen. Aber erst 1846 entstand die Electric Telegraph Company, an deren Spitze u. A. Varley und Latimer Clark standen; dieselbe baute in Großbritannien schnell eine große Zahl Telegraphenlinien, und andere Gesellschaften folgten ihr nach. In Amerika bewilligte der Congreß am 3. März 1843 30 000 Dollars zur Anlage von Telegraphen, und Morse baute 1844 die erste acht deutsche Meilen lange Linie von Washington nach Baltimore, welche am 27. Mai 1844 eröffnet wurde; 1845 waren schon 194, 1852 schon 260 Meilen gezogen. In Deutschland ließ 1843 die Direction der Rheinischen Eisenbahn bei Aachen eine kurze Leitung mit vier Drähten für einen Zeigertelegraphen von einem Engländer ausführen, worauf Anfang 1845 William Fardely aus Mannheim eine Leitung mit blos einem Draht auf Stangen in freier Luft an der Taunusbahn anlegte. Frankreich erhielt 1845 seine erste, 140 000 Franken kostende Leitung, von Paris

nach Rouen; Rußland 1844, von Petersburg nach Zarskoe-Selo; Oesterreich 1846, von Wien nach Brünn; Preußen 1846, von Berlin nach Potsdam; Bayern im December 1846, von München nach Nannhofen; Württemberg 1846; Baden 1847, von Karlsruhe nach Durlach; Sachsen im Juli 1850, von Leipzig nach Dresden. In Belgien hatten Wheatstone und Cooke im August 1846 die erste Linie zwischen Antwerpen und Brüssel errichtet. In Holland entstand 1847, in Sardinien (von Turin nach Genua) und in Ostindien 1851, in der Schweiz 1852, in Schweden 1853, in Spanien 1854, in Norwegen und im Kirchenstaat 1855, in Portugal 1857 die erste Telegraphenlinie. Jetzt steht auch China im Begriff, im Inneren Telegraphen anzulegen.

Dem Privatverkehr wurden die Telegraphen anscheinend zuerst in Amerika zugänglich, und zwar 1843. In Holland geschah dies am 29. December 1845, auf dem Eisenbahntelegraphen zwischen Amsterdam und Rotterdam. In Deutschland wurde schon 1847 eine Linie von Bremen nach Vegesack dem allgemeinen Verkehr übergeben, während England 1848, Preußen und Oesterreich 1849, Frankreich erst durch das Gesetz vom 1. August 1851, Dänemark den 1. Februar 1854 Privattelegramme zur Beförderung zuließen. Am günstigsten aber wirkte auf die Einführung des Privatverkehrs in Deutschland seit 1850 der deutsch-österreichische Telegraphen-Verein. In Europa wurden die Telegraphen vorwiegend vom Staate gebaut und betrieben, in Nordamerika und England von Privatgesellschaften; die Privattelegraphen von Großbritannien und Irland übernahm der Staat am 5. Februar 1870 für die Summe von 5 715 048 Pfund Sterling; auch in Amerika machte man nicht immer die erfreulichsten Erfahrungen mit dem Privatbetrieb und will daher auch dort zum Staatsbetrieb übergehen.

278. Wie breiteten sich die unterseeischen Leitungen aus?

Die erste wirkliche unterseeische Leitung scheint Dr. O'Shaughnessy 1839 in der Nähe von Calcutta durch einen Arm des Ganges gelegt zu haben (vergl. Fr. 106 S. 89);

der mit getheertem Bindfaden umwickelte Draht wurde dabei in gespaltenes indisches Rohr eingeschlossen und dieses wieder mit getheertem Faden umwickelt. 1840 trat Wheatstone mit einem Plan zur Verbindung von Dover und Calais hervor. 1842 legte Morse einen isolirten (?) Kupferdraht im Hafen von New-York und im August 1843 regte er die unterseeische Verbindung Amerikas und Europas an. In den Jahren 1838 bis 1843 versuchte man in England, mittels isolirter Drähte durch Elektricität Sprengungen unter Wasser zu bewirken. 1845 legte Ezra Cornell einen mit Baumwolle umwickelten, mit Kautschuk isolirten Draht in Bleiröhren durch den Hudson bei New-York. 1846 wurden im Hafen von Portsmouth verschiedene Versuche mit isolirten Drähten angestellt.

Die erste kurze unterirdische Leitung baute Ronalds (1816 bis 1823), welcher den Draht in Glasröhren einschloß und in eine mit Pech ausgefüllte Holzröhre legte. Auch Triboaillet wollte 1828 den mit Schellack überzogenen und mit Seide übersponnenen Draht in Glasröhren legen; Fechner sprach 1829 (Fr. 113) blos von übersponnenem Draht. Weitere Versuche mit Glasröhren von Jacobi in Petersburg (1842), mit Kautschukbändern von Wheatstone an der Great-Western-Bahn (1839) und von Morse mit gefirnißter Baumwolle führten nicht zum Ziel.

Die 1843 bekannt gewordene Guttapercha (Fr. 230) ward von Faraday zur Isolation empfohlen. Ein 1848 mit einem Guttaperchadrahte im Hudson erzielter günstiger Erfolg führte Samuel T. Armstrong 1848 dazu, die Legung eines solchen Drahtes durch den Atlantischen Ocean zu befürworten, dessen Kosten Armstrong auf 3½ Millionen Dollars anschlug. 1848 legte Siemens einen Draht von Deutz nach Köln durch den Rhein, und 1849 telegraphirte Walker im Hafen von Folkestone auf einem zwei Meilen langen, in das Meer versenkten Drahte.

Das erste größere Telegraphentau, ein einfacher Guttaperchadraht, wurde von Wollaston unter Mithilfe von Jacob Brett, John Watkins Brett und Reid am 28. August 1850 von Dover nach Calais (Cap Grinez) gelegt und war sechs

deutsche Meilen lang; es zerriß zwar schon nach wenigen Tagen, wurde aber 1851 durch ein von Robert Stirling Newall u. Comp. in Gateshead am Tyne in drei Wochen verfertigtes, 60 000 Thlr. kostendes Tau ersetzt, in welchem vier Kupferdrähte mit einer doppelten starken Hülle von Guttapercha umgeben, unter Hinzunahme von Hanf, Theer und Talg zu einem Stricke von einem Zoll Durchmesser zusammengewunden waren; um diesen Strick aber waren zehn verzinkte Eisendrähte von 1/3 Zoll Dicke auf einer großen, vom Ingenieur Fenwick eigens hierzu erbauten Maschine, möglichst genau aneinanderschließend, gelegt worden, so daß sie eine vollkommen feste Decke bildeten, welche allen Hinzutritt des Wassers verhinderte. Vom 25. bis 28. September 1851 wurde dieses Riesentau von 4 1/2 Zoll Dicke, 24 engl. Meilen Länge, 180 Tonnen (3600 Centner) Gewicht unter Wollaston's und Crampton's Leitung in das Meer versenkt.

Damit hatte die unterseeische Telegraphie festen Boden gewonnen. Schon am 1. Juni 1852 folgte die Verbindung von Irland und England (Holyhead-Howth); die Meerestiefe stieg bis 70 Faden (à 6 Fuß engl.), also über das Doppelte der Tiefe zwischen Calais und Dover. Die Legung eines Taues durch den irischen Kanal zwischen Donaghadee und Port-Patrick in Schottland am 9. October 1852 mißlang; dieses Tau wurde 1854 wieder heraufgeholt. In Nordamerika wurde im December 1852 vom Cap Tormentine in Neu-Braunschweig nach der Prinz Edwards-Insel im St. Lorenzbusen (10 engl. Meilen) ein von Newall gefertigtes Tau mit 1 Leitungsdrahte gelegt. Im Jahre 1853 wurden die ebenfalls von Newall gelieferten Taue zwischen Dover und Mittelkerke bei Ostende, zwischen Donaghadee und Port-Patrick, zwischen Orfordneß bei Ipswich und Scheveningen bei Haag, im Meerbusen des Forth in Schottland, im Fluß Tay in Schottland und im großen und kleinen Belt versenkt; 1854 würde ein von Glaß, Elliot u. Comp. gefertigtes Tau im Sund von Helsingör nach Helsingborg, so wie einige kleinere Taue gelegt; in diesem Jahre begannen ferner schon die Arbeiten im Mittel-

meere, welche wegen der größeren Entfernungen und Tiefen (1100 bis 1500 Faden) zwar noch größere Schwierigkeiten boten, bei der von J. W. Brett beabsichtigten Fortführung nach Aegypten und Ostindien aber auch die größte Wichtigkeit für den Verkehr erlangen mußten. Die Taue zwischen Spezzia bei Genua und Corsica und zwischen Corsica und Sardinien wurden noch 1854 glücklich versenkt; von Sardinien aus konnte man aber Afrika nach mehreren mißglückten Versuchen erst 1857 erreichen. Immer größere Unternehmungen im Mittelmeere, in der Nord- und Ostsee, im Bodensee, im Schwarzen, Rothen, Arabischen und Persischen Meer wurden in Angriff genommen, ja schon 1857 ging man an eine Verbindung Europas und Amerikas, wobei Tiefen bis 2400 Faden zu überschreiten waren. Die Legung begann am 6. August von der Insel Valentia bei Irland, aber das Tau riß am 11. August, 274 engl. Meilen von der Küste. Nach vielseitigen Verbesserungen schritt man zu den beiden Versuchen des Jahres 1858, von denen der erste ebenfalls mit dem Reißen des Taues endete, während der zweite auf kurze Zeit eine telegraphische Verbindung zwischen Amerika und Europa herstellte. Obwohl man sofort sich zu einem neuen Versuche anschickte, konnte man doch erst 1864 ein neues Tau anfertigen lassen, welches, 2300 engl. Meilen lang, auf dem Great Eastern verladen wurde; am 22. Juli 1865 wurde das Küstenkabel glücklich auf Valentia gelandet, das Tiefseekabel aber riß abermals, etwa 600 Meilen von der amerikanischen Landungsstelle Heart's Content, über 1000 Meilen von Valentia. Endlich 1866 gelang es dem Great Eastern nicht nur, ein neues Tau zwischen Valentia und Heart's Content zu versenken, sondern auch das vorjährige wieder aufzufischen und zu ergänzen. Seitdem arbeiteten beide Kabel, trotz mehrfacher Unterbrechungen, zur vollsten Zufriedenheit, und die Gesellschaft konnte, obgleich die Unternehmungen von 1857 und 1858 350 000, die von 1865 und 1866 je 600 000 Pfd. Sterl. gekostet haben und die anfängliche Beförderungsgebühr von 20 Pfd. für 20 Wörter wiederholt herabgesetzt wurde (jetzt kosten zehn Wörter zwischen

London und New-York 13 1/3 Thlr.), für das Jahr 1869 über 24 Proc. Dividende zahlen, trotzdem die Ausbesserung des schadhaften Kabels 10 000 Pfd. gekostet hatte.

Im Jahre 1869 wurden Telegraphentaue zwischen Libau und der Insel Bornholm, welche im December 1868 über Moën mit Kopenhagen verbunden worden war, zwischen Syra-Kea-Sunium, zwischen Leukadien und Corfu, zwischen Tasmanien und Australien versenkt; ferner legte Siemens im Schwarzen Meere zwischen Djuba und Cap Adler das Tau für die seit dem 1. Januar 1870 in Betrieb befindliche indo-europäische Linie (London-Teheran, 815 deutsche Meilen); auch die Legung des englisch-norwegischen Taues wurde glücklich vollendet. Das größte Unternehmen dieses Jahres ist aber die Versenkung des 3330 Meilen langen französisch-amerikanischen Kabels (vergl. Fr. 236 S. 306) zwischen Brest und der Insel St. Pierre im St. Lorenzbusen, dessen Uferende am 17. Juni bei Brest glücklich gelandet, dessen Tiefseekabel vom 21. Juni an vom Great Eastern ausgelegt, und dessen Uferende auf St. Pierre am 4. Juli gelandet wurde, worauf am 15. Juli das erste Telegramm an den Kaiser Napoleon abging. Auch das Tau zwischen St. Pierre und dem amerikanischen Festlande wurde glücklich versenkt. Kaum war so eine zweite unterseeische Verbindung zwischen diesen beiden Erdtheilen geglückt, so tauchte auch schon der Plan zu einer dritten auf, welche von Deutschland ausgehen sollte. Ferner will die Gesellschaft des französischen Kabels 900 000 Pfd. Sterl. beschaffen, um im Sommer 1873 ein ebenfalls von der Telegraph Construction & Maintenance anzufertigendes Tau unweit Landsend (Cornwall) nach New-York zu legen.

Nicht minder rüstig schritten die Arbeiten vor, welche Amerika auf dem Landwege zu erreichen bezwecken: die russisch-sibirische Linie ward Anfang 1861 begonnen; 1869 wurde das letzte Stück derselben (Sretensk-Chabarowka) angefangen und Ende 1870 bei Chabarowka am Amur mit der schon 1867 vollendeten Linie in der Küstenprovinz, von Nikolajewsk über Chabarowka nach Wladiwostock an der Bai Peters des Großen (Possietbucht), verbunden; inzwischen waren in Amerika

1861 die californischen Linien bei San Francisco mit den östlichen festländischen verbunden und 1866 bis zur Vancouvers-Insel an der Westküste von Britisch-Amerika fortgesetzt worden. Noch fehlt aber die Verbindung der Westküste Amerikas mit den Inseln an der Ostküste Asiens. Zwar haben Cyrus W. Field (der Hauptförderer der atlantischen Kabellegung), Cooper, Taylor, Morse u. Comp. einen Plan zur Verbindung der Westküste Nordamerikas mit Nordostasien (Sibirien, Japan oder China) und Australien entworfen, dessen Ausführung etwa 3 000 000 Pfd. Sterl. kosten würde; sie verlangten Concession auf 25 Jahre und drei Procent Zinsenbürgschaft; allein die russische Regierung verwarf (1872) den Plan als unvortheilhaft.

Dagegen wurde 1870 durch ein Tau Falmouth-Gibraltar-Malta die unterseeische Linie nach Indien vervollständigt und von der britisch-indischen unterseeischen Telegraphengesellschaft vom 1. Juli 1872 ab die Beförderungsgebühr für ein (von Deutschland ausgehendes) Telegramm von zwanzig Wörtern von Malta nach Aden, Bombay, Ceylon, Singapore und Hongkong auf beziehungsweise 63, 84, 89, 121½ und 91½ Franken festgesetzt; auf diesem unterseeischen Wege braucht ein Telegramm von Hongkong nach London (Zeitunterschied etwa 8 Stunden) gewöhnlich 5 bis 7 Stunden; von London bis Bombay und bis Calcutta braucht es 53 Min. bis 1¾ Stdn. und 2¼ bis 3½ Stdn. Auf dem am 1. Januar 1872 eröffneten Wege über Rußland (Wladiwostock) nach China und Japan kostet ein Telegramm von zwanzig Wörtern von London nach Nagasaki 4 Pfd. Sterl. 7 Schill. Eben so wie China (Hongkong und Shanghai) und Japan (Nagasaki) würde auch Australien (Port Darwin) über Java mit Indien (Singapore) unterseeisch verbunden.

Im Jahre 1870 wurden (zu den von 1869 noch vorhandenen 4710 Knoten) 14 568 Knoten Unterseetaue verfertigt und 11 300 Knoten versenkt; 1871 wurden 4072 Knoten angefertigt und 8869 Knoten versenkt. Am 15. Febr. 1872 ward die Legung des Taues zwischen Spanien (Cadiz) und Westindien (Portorico) glücklich vollendet; Portorico aber soll mit San Domingo, Jamaica und Cuba verbunden werden.

Am 2. April 1872 schloß die portugiesische Regierung mit der Telegraph Construction Company und der Falmouth-Gibraltar-Malta-Tel. Comp. einen Vertrag zur Herstellung eines Kabels zwischen Lissabon und Brasilien, welches Madeira und Cap Verde berühren soll. Im Jahre 1872 aber sollen noch Taue gelegt werden zwischen Spanien und England (Coruña-Falmouth), zwischen Singapore und den Philippinen (Manila), mit drei Zweigdrähten auf den Philippinen, zwischen den Philippinen (Mindanao) und den Molukken.

279. Wie entwickelte sich der deutsch-österreichische Telegraphen-Verein?

Dem deutsch-österreichischen Telegraphen-Vereine, welcher 1850 in Dresden zwischen Oesterreich, Preußen, Bayern und Sachsen abgeschlossen wurde, traten nach und nach Hannover, Württemberg, Baden, Mecklenburg-Schwerin und die Niederlande bei, von denen mehrere zugleich die durch die kleineren deutschen Staaten geführten Linien verwalteten.

Der deutsch-österreichische Telegraphen-Verein hatte:

zu Anfang	Vereins-Stationen	Meilen Linie	Meilen Draht	auf 1 Station Meilen Linie	auf 1 Station Meilen Draht
1851	88	978	—	11	—
1854	163	1590	2328	—	—
1855	189	2084	2839	—	—
1856	234	2318	3890	9,90	16,62
1857	307	2645	4773	8,61	15,55
1858	357	2857	5501	8,00	15,41
1859	425	3256	6348	7,61	14,94
1860	480	3533	7104	7,36	14,80
1861	545	3864	7869	7,09	14,44
1862	627	4125	8591	6,58	13,70
1863	755	4495	9633	5,97	12,76
1864	979	5233	11521	5,31	11,71
1865	1177	5624	13305	4,78	11,30
1866	1362	6107	15356	4,48	11,28
1867	—	6575	16746	—	—

Der Verein hatte Anfang 1854, 1859 und 1863 und Ende Februar 1866

in:	Vereinsstationen				Privat- u. Eisenb.-betriebs-Telegraphenstationen.	
	1854	1859	1863	1866	1863	1866
Oesterreich	61	131	239	396	281	413
Preußen	51	109	197	468	376	381
Bayern	23	37	49	79	86	262
Sachsen	7	27	27	35	38	64
Hannover	3	24	36	60	42	40
Württemberg	5	16	65	142	24	—
Baden	4	34	65	94	43	74
Mecklenburg	3	12	15	17	4	7
den Niederlanden	6	35	62	72	9	25
Summa	163	425	755	1363	903	1266

Der Verein begünstigte durch die Beschlüsse seiner Conferenzen (Wien 1851, Berlin 1853 u. s. w.) die weitere Entwickelung des Telegraphenwesens in Deutschland (z. B. durch allgemeine Einführung des Morse und der Translation) und vermittelte den telegraphischen Verkehr mit den übrigen europäischen Staaten. Die Beförderungsgebühr der Telegramme wurde von Anfang an nach der in der Luft gemessenen Entfernung der Aufgabs- und Empfangs-Station bemessen und wuchs mit den Zonen von 10, 25, 45, 70, 100 Meilen u. s. f., deren Anzahl 1863 auf 4 (10, 45, 100 Meilen und darüber), 1866 auf 3 (10, 45 Meilen und darüber) vermindert wurde. Die Wortzahl des einfachen Telegramms schwankte zwischen zwanzig und dreißig; bis zum 1. Juli 1870 betrug sie zwanzig und kostete in den drei Zonen 8, 16 und 24 Ngr.; je zehn Wörter mehr kosteten die Hälfte mehr.

280. Welchen Umfang gewann das Telegraphenwesen im Norddeutschen Bunde und im Deutschen Reiche?

Bei Gründung des Norddeutschen Bundes 1866 ward das Telegraphenwesen Bundesangelegenheit. Im Jahre 1867

traten daher zu dem Telegraphengebiete Preußens hinzu: Schleswig-Holstein, Hannover, Nassau und Sachsen; 1868 die übrigen Glieder des Bundes. Es hatte der Bund zu Ende

	1867	1869	1871
Linienlänge (in geogr. Meilen)	2 965	3 230	3 386
Drahtlänge (in geogr. Meilen)	9 763	10 722	11 396
Staats-Tel.-Stat.	830	1 041	1 130
Bahn-Tel.-Stat.	964	1 167	1 485
Empfangs-Apparate	1 808	2 419	2 715
Beamte	2 934	3 947	4 596
Aufgegebene Telegr.	4 379 777	6 266 498	8 092 684
Einnahme (in Thlrn.)	1 588 774	2 071 310	2 509 007
Ausgabe (in Thlrn.)	2 040 538	2 270 937	2 419 538

Im Bunde kosteten zunächst zwanzig Wörter in den drei Zonen (10 Meilen, 45 Meilen und darüber) 5, 10 u. 15 Ngr. und zehn Wörter mehr die Hälfte mehr. Nach dem zwischen dem Bunde und den übrigen Staaten des deutsch-österreichischen Vereins in Baden-Baden abgeschlossenen Vertrage vom 25. Octbr. 1868 ward aber vom 1. Juli 1870 an das Vereinsgebiet dergestalt in viereckige Flächen (Taxquadrate) zerlegt, daß jeder Breitengrad in fünf, jeder Längengrad in drei gleiche Theile getheilt und durch die Theilungspunkte Meridiane und Parallelkreise gezogen wurden; die Beförderungsgebühr ward auf 8 Ngr. für die erste und 16 Ngr. für die zweite Zone (vom 1. Juli 1872 ab bezieh. auf 10 u. 20 Ngr.) festgesetzt, wobei die erste Zone die nächsten acht Reihen der Taxquadrate, welche sich auf allen Seiten an das Aufgabe-Taxquadrat anschließen, umfaßt, und in die zweite sämmtliche übrige Taxquadrate des Vereinsgebiets gehören. Für den Verkehr mit dem Vereins-Auslande beträgt die Gebühr bis zur Vereinsgrenze, ohne Rücksicht auf die Entfernung, 24 Ngr. — Bei Berechnung der Gebühren für Depeschen jedoch, welche innerhalb des Norddeutschen Telegraphen-Gebietes verbleiben, werden drei Zonen unterschieden. Die Gebühren betragen für die erste Zone 5 Ngr., für die zweite 10 Ngr. und für die dritte 15 Ngr. Die erste Zone erstreckt sich auf 11 bis 18, die zweite auf

44 bis 52 Meilen. Bei dem Verkehr mit dem Vereins-Auslande wird auch im Bereiche des Norddeutschen Bundes jede Depesche mit 24 Ngr. berechnet. Vom 1. Juli 1869 bis 1. Juli 1872 konnte man im Norddeutschen Bunde nicht blos ganze Telegramme, sondern auch einzelne Wörter (durch Unterstreichen) recommandiren; solche Wörter wurden doppelt gezählt, dafür aber auf allen Stationen collationirt.

Auch die Staaten des Deutschen Reichs bilden ein einziges Telegraphengebiet, welches für den inneren Verkehr in drei Zonen mit dem bisherigen norddeutschen Gebührensatze (5, 10 und 15 Ngr.) zerfällt. Die deutsche Telegraphenverwaltung besitzt gegenwärtig 1316 Staats-Telegraphenstationen, von denen 322 selbständig, 812 mit Postanstalten vereinigt sind, 153 von Privatpersonen und 18 von Städtgemeinden verwaltet werden, 11 aber als Nebenstationen im Interesse von Privatpersonen, Fabriken ꝛc. für deren Rechnung angelegt wurden. Die vom Norddeutschen Bunde mit Dänemark und Schweden abgeschlossenen Verträge gelten vom 1. Juli 1872 an für das ganze Reich. An demselben Tage treten neue und einfachere Taxbestimmungen für den Verkehr mit Rußland und der Schweiz in Kraft. Der neue Vertrag mit Oesterreich und den Niederlanden kommt erst vom 1. Januar 1873 ab zur Geltung, und dann kostet ein einfaches Telegramm (20 W.) zwischen Deutschland und Oesterreich-Ungarn oder den Niederlanden 20 Ngr. (im Grenzverkehr nur 10 Ngr.), und es verbleiben die Gebühren ganz dem Staate, der sie vereinnahmt.

281. Welche Bestimmungen trafen die internationalen Telegraphen-Conferenzen zu Wien 1868 und zu Rom 1872?

Aehnliche Verträge wie zwischen den Staaten des deutsch-österreichischen Telegraphen-Vereins wurden auch zwischen anderen europäischen Staaten abgeschlossen und stellten ähnliche, zum Theil noch günstigere Bedingungen für den telegraphischen Betrieb und Verkehr fest. Der umfassendste Vertrag ward durch die im Juni und Juli 1868 in Wien tagende internationale Telegraphen-Conferenz bearbeitet und trat mit dem

1. Januar 1869 in Kraft für die Staaten: Norddeutscher Bund, Oesterreich, Ungarn, Frankreich, England und Britisch-Indien, Italien, Rußland, Türkei; Spanien; Bayern, Belgien, Niederlande, Donaufürstenthümer, Schweden und Norwegen; Persien, Schweiz, Württemberg; Baden, Dänemark, Griechenland, Portugal, Serbien; Kirchenstaat und Luxemburg. Die Arbeiten der Conferenz bestanden hauptsächlich darin, den 1865 zu Paris abgeschlossenen Vertrag nach den seitherigen Erfahrungen, vorzugsweise aber wegen dessen Ausdehnung auf die asiatischen Länder, abzuändern. Außerdem wurde ein vollständiges Dienstreglement ausgearbeitet. Endlich wurde zwischen den Nachbarstaaten eine Reihe von Specialverträgen zur Ermäßigung der Tarife und zur Bestimmung der Abrechnungsmodalitäten abgeschlossen. Hauptergebniß dieser Conferenz ist die innige Verbindung sämmtlicher europäischer und asiatischer Telegraphenverwaltungen, so daß die vollständige Einheit nicht nur in staatsrechtlicher Beziehung, sondern auch im Betrieb für sämmtliche Telegraphenlinien der alten Welt gesichert ist. Unter den einzelnen Bestimmungen ist hervorzuheben die Einführung des Hughesschen Apparates gemeinschaftlich mit dem Morse für die Correspondenz auf den langen internationalen Linien, welche soweit möglich aus 5 Millimeter dickem Eisendraht zwischen den Hauptorten der Staaten herzustellen sind; ferner die Ermäßigung der Tarife, welche namentlich für die indische Correspondenz erheblich ist. Die Beförderung der Telegramme durch die Post für jene Orte, in welchen sich keine Telegraphenämter befinden, geschieht unentgeltlich. Hierdurch ist das Princip festgestellt, daß gegen Entrichtung der Telegraphengebühr, welche für jedes Land einheitlich ist, das Telegramm nach jedem der Post zugänglichen Orte befördert wird. Zur Aufstellung statistischer Tabellen, zur Redaction einer gemeinschaftlichen Zeitschrift, welche die Verbesserungen im Telegraphenwesen kritisch behandeln wird, und endlich zur Vermittelung sämmtlicher allgemeiner Mittheilungen über Eröffnung neuer Linien und Stationen 2c. wurde die Regierung der Schweiz mit der Leitung eines Centralbureaus betraut, die diplomatischen und staatsrechtlichen Verhandlungen

aber der jeweiligen Präsidialregierung zugewiesen, und zwar vorläufig auf drei Jahre der österreichischen Regierung. Die Telegramme dürfen in allen Sprachen abgefaßt sein, welche in einem der Staaten gebräuchlich sind; eben so in der lateinischen und hebräischen. Bei jeder unterstrichenen Wortfolge wird das Unterstreichungszeichen als ein Wort gezählt. Chiffrirte Privattelegramme können nur zwischen zwei Staaten ausgewechselt werden, welche solche zulassen; solche Telegramme müssen recommandirt werden und kosten deßhalb das Doppelte, dafür werden sie aber, wie alle recommandirten, vollständig collationirt und die Zeit der Aushändigung an den Empfänger dem Aufgeber zurücktelegraphirt.

Die nächste internationale Conferenz ward 1871 in Rom abgehalten; ihre Abmachungen (vom 14. Januar 1872) traten am 1. Juli 1872 in Kraft. In Rom wurde festgesetzt: daß ein Telegramm als in geheimer Schrift abgefaßt gelten soll, 1. wenn sein Text in Ziffern oder geheimen Buchstaben oder Buchstabengruppen besteht; 2. wenn die Ziffern und Buchstabenreihen darin in ihrer kaufmännischen Bedeutung der Aufgabestation unbekannt sind; 3. wenn es ganz oder theilweise in einer conventionellen, der vermittelnden Station unverständlichen Sprache abgefaßt ist; daß dem Absender freisteht, beim Vorhandensein mehrerer Linien den Weg, auf dem sein Telegramm befördert werden soll, zu bezeichnen; daß die Originalniederschriften, Morsestreifen 2c. nur sechs (anstatt zwölf) Monat aufbewahrt werden sollen; daß (an Stelle der bisherigen Recommandation) die vollständige Collationirung eines Telegramms Seitens aller betheiligten Stationen zulässig sein und die Beförderungsgebühr um die Hälfte erhöhen soll; daß hinfort nur Telegramme mit vorausbezahlter Rückantwort, mit Empfangsanzeige und die collationirten registrirt werden; daß für Telegramme, welche durch die Schuld der Telegraphenanstalt erheblich verzögert werden oder gar nicht an ihre Adresse gelangen, bei gewöhnlichen Telegrammen innerhalb zwei, bei registrirten innerhalb sechs Tagen die volle Gebühr zurückverlangt werden kann.

282. Welche Ausdehnung haben die Telegraphenlinien und wie vertheilen sich die Stationen auf die verschiedenen Länder?

Hübner's statistische Tafeln für 1869 u. 1872 enthalten über die Ausdehnung der Linien in den verschiedenen Ländern folgende Angaben:

	Leitung geogr. Meilen 1869	Leitung geogr. Meilen 1872	Flächeninhalt geogr. Quadr.-Meil. 1872	Einwohner Millionen 1869	Einwohner Millionen 1872
Aegypten	481	811	10 170	4,912	5,000
Belgien	472	560	535	4,984	4,984
Brasilien	200	200	151 973	11,780	11,780
Chile	202	202	6238	2,085	2,085
Dänemark	207	? *)	696	1,718	1,718
Deutsches Reich	—	5000	9988	—	41,058
Frankreich **)	4355	4950	9599	38,192	36,800
Algier	500	?	7082	2,921	2,921
Griechenland	70	?	910	1,349	1,457
Großbritannien	3500	5050	5762	30,157	31,817
(mit Irland)	900	900; die beiden atlant. Taue			
Canada	1100	?	17 732	3,753	—
Cap u. Natal	135	?	9980	0,760	—
Engl. Austral.	1842	?	—	—	—
Ostindien	2500	?	—	—	—
Italien	2090	2150	5375	24,369	25,189
Kirchenstaat	30	—	214	0,720	—
Marokko	45	45	12 210	2,750	3,000
Niederlande	318	400	596	3,592	3,592
Niederländisch-	369	369 Land-	} Leitungen		
Ostindien	154	154 unterseeische			
Oesterr.-Ungarn	3700	3750	11 306	35,553	35,845
Persien	108	?	26 450	4,400	4,400
Portugal	85	383	1623	3,987	—

*) An den durch ? bezeichneten Stellen fehlen in der Tabelle von 1872 die Zahlen, während die Tabelle von 1871 noch dieselben Angaben enthält wie jene von 1869.

**) 1869 hatte Frankreich 9850 Quadr.-Meilen.

	Leitung geogr. Meilen 1869	1872	Flächeninhalt geogr. Quadr.-Meil. 1872	Einwohner Millionen 1869	1872
Rußland (europ.)	4916	6000	—	—	63,659
Finnland	198	198	6835	1,766	—
Schweden	840	?	8024	4,196	4,169
Norwegen	474	?	5751	1,701	1,730
Schweiz	516	636	752	2,510	2,669
Serbien	106	106	791	1,222	1,222
Spanien	1348	1750	9200	16,302	16,835
Cuba	159	159	2158	1,370	1,370
Tunis	70	70	2150	0,950	2,000
Türkei	1860	3434	38 934	26,973	26,973
Vereinigte St.	11 926	18 650	166 883	36,743	38,650

Von den europäischen Staaten hatten

	zu Anfang 1863	1866	
Belgien	185	291	Stationen
Corfu	1	1	"
Corsika	8	8	"
Dänemark	67	49	"
Frankreich	1055	1672	"
Griechenland	9	13	"
Großbritannien	1290	1575	"
Italien	—	604	"
Malta	1	1	"
Moldau	18	21	"
Norwegen	74	90	"
Portugal	60	74	"
Rußland	122	161	"
Schleswig-Holstein	—	33	"
Schweden	82	90	"
Schweiz	175	251	"
Serbien	15	19	"
Spanien	143	216	"
Türkei	23	30	"
Walachei	22	24	"

Rechnet man zu diesen 5223 Stationen von 1866 noch die 1363 Vereins- und 1266 Privat- und Bahn-Stationen des deutsch-österreichischen Vereins (S. 402), desgleichen die 130 Stationen der nicht zu diesem Vereine gehörenden deutschen Staaten und Privatgesellschaften, so ergeben sich

für: Europa		7982	Stationen;
dazu: Afrika	Aegypten	3	"
	Algier	36	"
	Tripolis	2	"
	Tunis	7	"
und: Asien	Ostindien	134	"
	Persien ꝛc.	23	"
	Rußland	19	"
	Türkei	14	"
	Summa	8220	Stationen,

während die gesammten Stationen der Erde zu 12 000 angegeben werden. 1865 wurden täglich 58 000 Telegramme versendet, waren 30 000 Apparate aufgestellt und 36 000 bis 38 000 Personen bei der Telegraphie beschäftigt.

Druck von J. J. Weber in Leipzig.

Druck von J. J. Weber in Leipzig.

